610933

MISCELLANEA,

CONTENENTE LA CHIMICA ORGANICA,

APPLICATA

ALLA FISIOLOGIA ANIMALE ED ALLA PATOLOGIA,

DI

GIUSTO LIEBIG,

LA LEZIONE DI CHIMICA DI DUMAS, IL SAGGIO DI EMATOLOGIA DI ANDRAL, LE RICERCHE SULLE MODIFICAZIONI DEL SANGUE DELLO STESSO, LE RISPOSTE ALLE OBBIEZIONI FATTEGLI E LE RICERCHE SULLA COMPOSIZIONE DEL SANGUE DI ALCUNI ANIMALI DOMESTICI NELLO STATO DI SALUTE E DI MALATTIA DI ANDRAL, GAVARRET E DELAFOND.

traduzione

DI

LIONARDO DOROTEA

E

PAQUALE LA CAVA

CON NOTE.

TOMO I.

NAPOLI 1843

DALLA TIPOGRAFIA DI NUNZIO PASCA.

AL CAV. LUIGI SEMENTINI

ED A

GIOVANNI SEMMOLA

PRESTANTISSIMI

PER CLINICO SAPERE

E PER CHIMICHE CONOSCENZE

TRASCENDENTI

QUESTA VERSIONE

DAN PER OMAGGIO

I TRADUTTORI.

Digitized by Google

PREFAZIONE DE' TRADUTTORI.

Il proponimento di voler dilucidare la scienza della vita, la mercè della chimica, non è la prima volta che entra nella mente dei dotti. Di tempo in tempo negli ultimi tre secoli se ne sono osservati gli esempi, ed uomini di grande ingegno hanno più o meno inteso a tanta opera. Son risapute le dottrine chimiche applicate alla fisiologia, alla patologia, ed alla terapeutica che da Silvio De la Boe, da Villis, da Boerhaave fino a Baumes si sono in maniere ingegnose composte. Ed è parimenti conosciuto che tutte le sollecitudini di que' sommi uomini per recare ad utile e vero frutto i loro studî dovevano tornare come di fatti tornarono vane; per il che fa uopo guardarsi dal tenere le loro dottrine conformi a quelle che oggidì la scienza nuovamente propone. Mancanti in quel tempo di fatti fondamentali, e delle svariate odierne cognizioni fornite dalle scienze naturali, quei dotti ideavano, non dimostravano, e come in uno spazio senza limiti e senza direzioni si aggiravano, e si traevano in sistemi ipotetici. Ben diversamente questa

investigazione si offre ai dotti della età nostra, i quali ritornano ad essa ricchi di altri sussidi nuovi ed innumerevoli.

Già l' anatomia con fisici mezzi va compiendo lo studio delle forme, e le fisiche qualità delle materie organiche nello stato d' inerzia. Ad esse le investigazioni microscopiche già vanno a segnarne l' ultimo confine. Nella fisiologia, o sia nella scienza delle materie organiche in azione, si sta bene avanti negli studi de' movimenti manifesti e sensibili, e che si appartengono alle masse: studî che naturalmente si offrono a fare molto prima degli altri delle azioni moleculari; e così in essi ha avuto luogo l' ampia applicazione della fisica. Ma rimaneva che la fisiologia si volgesse a meglio discuoprire i fatti e le cagioni del movimento molecolare, e l' origine delle metamorfosi organiche. Sotto tale rispetto certamente la nostra è un' epoca ragguardevole per la scienza della vita, la quale prende però una nuova e ferma direzione nei suoi studi positivi, per dar fondamento e verità alle sue teoriche. I principî meglio stabiliti sopra i quali sono poste le nuove indagini ci paion questi. Egli è certo che i fatti più essenziali alla vita, e di essa costitutivi, son quelli relativi all' azione incessante delle molecole organiche, e che i lavori tutti assimilativi, di metamorfosi, e di secrezioni altro non sono che chimici magisteri. Parimente è fermato ne' più sani intelletti che tutte le manifestazioni vitali ed organiche sono l' effetto, e rispondono esattamente allo stato materiale ed alla composizione fisico-chimica degli organi. Per il che gli studi fisiologici si son volti oggidì al loro fondamento, all' esame dei chimici lavori della vita. Al qual uopo mentre il numero, la precisione e la facilità delle

analisi appresta solidissimo sostegno, innumerevoli notizie sono già pronte per poter giudicare di molti fatti fisiologici finora incogniti.

Di leggieri si osserva che la patologìa nel modo stesso della fisiologia riceveranno gran prò da questi nuovi studî; perocchè i fenomeni morbosi non sono che l'effetto dell'alterato ordine delle molecole, e delle masse organiche. Il quale principio, non vogliam tacerlo, venne già anticipatamente sostenuto e fecondato da un nostro illustre patologo (1) e tolto a fondamento di scienza, quando nel corso di molti morbi, nella parabola di essi, riconobbe distinti due stati di alterazioni materiali evidentissime a cui riferire tutti i fenomeni morbosi; l'uno di decomposizione e di corruzione progressiva nel tempo della crudità, e della malignità; e l'altro, se pur ne conseguita, di ricomposizione e di separazione nel tempo della cozione e della crisi: la qual maniera di rappresentarsi la natura di tali morbi, come quella che ne comprende tutta l'essenza, ci reca, se non andiamo errati, il più adeguato e felice concetto che debbesi tenere di essi per poter giudicare rettamente de' loro fenomeni e delle loro terminazioni, ed in generale per farne oggetto di studio (2).

---

(1) Semmola.

(2) Al gran numero di fatti dimostrativi di tal verità si vogliono aggiungere le osservazioni eseguite, ad invito del ch. Cav. de Renzi * nel sangue di persone affette da tifo. Era in quell'umore la fibrina cambiata nelle sue qualità a tal modo che erasi ridotta come un muco, la materia colorante facilmente l'abbandonava, ed era divenuta sì scorrevole che il caglio non potè essere af-

* Vedi Annali Civili, ann. 1841.

Un' estensione non men ragguardevole ne deriva da tali studi alla farmacologia, alla tossicologia, ed alla terapeutica, nelle quali scienze egli è noto qual luce fulgidissima si toglie dalla disamina dell' azione chimica delle sostanze esteriori sull' organismo. Ma oltre a quel prò che la parte chimica ne fornisce per l' illustrazioni di fatti puramente chimici, un altro gran vantaggio finora poco, o mal ravvisato ne deriva alla investigazione dei fenomeni vitali del continuo modificati dall' azione fisico-chimica dei farmachi e de' veleni sugli organi. Nel tacer di ogni altra pruova, una sola e patria ne vogliamo addurre, ed è che tutte le riforme e la nuova direzione data agli studi farmacologici, tossicologici e terapeutici dallo stesso sullodato nostro concittadino, a ben considerarle, non da altra origine son venute che dallo avere conosciuto e riferito alle azioni chimiche i fenomeni dinamici suscitati da quegli agenti, ed aver portato la scienza così dal campo delle investigazioni fantastiche, sopra ricerche sperimentali e subbiettive. Perlocchè quello scrittore vuolsi giustamente tenere il

---

fatto asciugato poichè i globuli abbandonavano la fibrina, e si assorbivano dalle carti emporetiche, le quali trattate con l'alcool hanno dato una materia oleosa puzzolente come l'alito del sangue di pecora in incipiente putrefazione: il rammollamento della fibrina, la scorrevolezza grande de' globuli si osserva avvenire fuori la influenza della vita, qualche volta per processo di fermentazione. Il lavoro di Fremy sulla fermentazione lattea con certa simiglianza alla fermentazione alcoolica, putrida, acida ec. può farci ancora durare nella speranza di vedere pur fuori dell' organismo prodotte per circostanze particolari alcune alterazioni organiche che han luogo nelle malattie.

La Cava.

precursore di quanti oggi di oltremonti stanno a dar opera alla nuova scienza della chimica applicata alla vita sana ed inferma.

Per le quali considerazioni si potrà argomentare qual incremento e qual utile direzione e perfezionamento saran per avere le menzionate discipline investigandole col lume della fisica e della chimica. Senza dubbio che oggidì concorre al buon successo degli studî chimici nella fisiologia il metodo adottato nelle indagini, e il disegno finito di esse. Non sono più lavori isolati, e ricerche senza scopo. In vece si comincia coll'esame delle sostanze esteriori che a mano a mano vengono assoggettate all'azione degli organi: si prosegue mentre tornano a grado a grado assimilate: si studiano le successive loro trasformazioni in liquidi ed umori organici: da ultimo si pigliano già mutate in organismo, o separate da esso come escrementizie. Così a modo di esempio, essendosi renduta nota la natura del sangue venoso che giunge a capillari pulmonari, nota quella del sangue arterioso che ne diparte, e note le varie qualità dell'aria che quello penetra, o n'esce, il fenomeno della respirazione depone le misteriose sembianze, e chiara si mostra la natura di quell'atto vitale, o più tosto di quel chimico magistero che si esegue entro del petto. Così meglio sapremo l'ufficio del fegato e della milza, e quello forse più misterioso delle glandole ec. ec.; ed in tal guisa mentre il coltello divide e il microscopio mostra la materia organica, chiara facendo l'anatomica analisi, l'analisi del chimico ne svela i reconditi principî, e la successiva metamorfosi. E senza dubbio da tal fonte la scienza del guarire aspetta suo maggior perfezionamento, e per esso spera sedere a canto alle altre scienze naturali, massime se i tesori della clinica veramente po-

sitiva, da un altro nostro preclarissimo (1), con tanto acume raccolti, si facessero in vece delle ipotesi servir di base a teorica, e quando potesse la loro essenza venir con le nuove investigazioni a priori discorsa.

Asteniamoci nondimeno dal credere che tale grado di certezza e di perfezione, non che estensione cotanta abbiàn ricevuti gli studî fisici e chimici sulla scienza della vita sin quì, da poterli spacciare per affatto compiuti, chè ciò non è, mentre siamo alla costruzione del limitare appena di questo futuro Partenone della scienza: e forse non male ci opponiamo se facciamo or paragone di essi con quello che erano gli studî meccanici degli organi prima del nostro sommo Borelli. Per la qual cosa troviam tanto vere per quanto moderate le parole del professore primamente lodato « che ciascun fenomeno dei viventi si può finora riferire qual più qual meno alle cagioni fisiche, ma nissuno è affatto chiarito, e molti ne rimangono tuttavia incogniti. Che ogni rivelazione di qualche cagione, ogni scoperta di qualche filo che ne guida a comprendere un fatto vitale, è certo una conquista della fisica nel campo misterioso della vita, è un trionfo della filosofia nella scienza de' viventi. Che certo a questo grande intendimento e in questo verso oggidì si lavora dai dotti in fisiologia; ed è ad essa la tendenza de' loro studî, a che, quanto all' abusiva estensione di essi, se l' incremento delle scienze fisiche ne ha fatto palese la via da tenere per la disamina de' fenomeni dei

---

(1) Lanza.

viventi, le stesse scienze pur ne additano le difficoltà, ed i limiti (1) ».

E vuolsi puranco avvertire che non siamo poi mica persuasi che da tutto questo studio, e per quanto promette sicuramente, possa a noi venirne idea chiara di vita, di forza vitale; e siam persuasi invece che come Newton non sapeva dire che cosa fosse attrazione, ma solo dimostrarne le leggi, i cultori della chimica organica sapran darci la misura solamente delle forze vitali, e dirci il grado e varietà di esse, ma non mai la loro essenza qual sia.

Diremo ancora, che a siffatti studi, e con i metodi menzionati è rivolto da più tempo il pensiero de' dotti più valorosi del tempo nostro i quali si trovano ad un tempo egregi chimici e fisiologi. E prima di ogni altro ne riuniva recentemente tutti gli elementi il celebre Liebig nell' opera che or ci affrettiamo ad offrire voltata in italiano. In essa noi vedevamo con altri gravi estimatori delle dottrine vere e positive, un gran passo al miglioramento della fisiologia in tutti quei fenomeni che finora si rimanevano fuori del campo della scienza sperimentale; e ci gode l'animo nel vedere, come a causa del progresso della chimica organica siasi aperta una via piana, tracciata però, come dicemmo presso noi, e da un nostro valentissimo, la prima volta, quando la chimica organica era ancora imperfetta per promettere tutte quelle applicazioni che oggidì si son fatte a pro della fisiologia e della terapeutica. E viene a tempo oppor-

---

(1) V. Semmola Op. min.

Digitized by Google

tuno perchè agli studî anatomici, e microscopici si uniscon in fine gli studî chimici, la mercè de' quali soltanto si addentra la mente ne' segreti della vita, e si possono con la precisione della qualità e della quantità degli elementi mettere in chiaro le nostre vere attenenze col mondo esterno, scoprire l'origine delle successive metamorfosi di cui i viventi sono subbietto, ed intendere sempre meglio le maravigliose leggi della natura.

In mezzo a tanti lumi però, e duole il dirlo, vi ha de' medici che invece di accogliere queste dottrine, dalle quali unicamente è sperabile il positivo progresso delle scienze mediche, si adoperano a divulgare, *la chimica non esser d'utile alla medicina.* Son questi degl' ignavi, le voci de' quali non val la pena udire; ma all'incontro diciamo che meritevoli di lode son que' che sentono il bisogno di siffatti studî, come un nostro valentissimo Notomista-patologo (1) che adoperando ogni sforzo perchè disvelinsi col suo coltello anatomico le alterazioni dell' organo ammalato, vuol poi chiarita coi chimici processi l'intima composizione dell'organo medesimo.

E volendo dar termine; se alle tante discorse nozioni iscorge l'opera del dotto Alemanno, speriamo dover tornare gradita la nostra fatiga agli studiosi delle naturali discipline, ai chimici, ai fisici, e sopra tutto ai medici, avendo messa tutta quella accuratezza che per noi si poteva affinchè la versione venisse altresì esatta, e non ignobile la edizione.

---

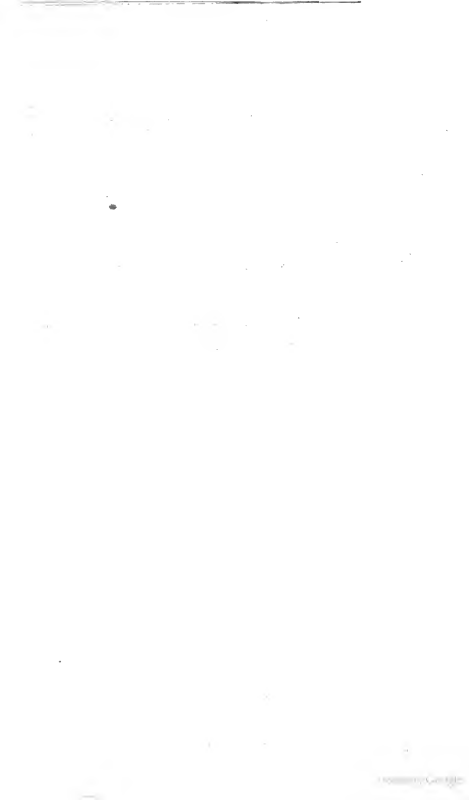
(1) Ramaglia.

AL MIO AMICO

J. J. BERZELIO

IN ATTESTATO DI AFFETTO E STIMA SINCERI.

G. LIEBIG.

Digitized by Google

PREFAZIONE DELL' AUTORE.

Applicando il Lavoisier alla chimica i metodi d'investigazione usati da' fisici per molti secoli, introducendo in essa l'uso de' pesi e delle misure, gittò le fondamenta di una scienza nuova, portata di poi, da uomini eminenti, ad un alto grado di perfezione, in un intervallo brevissimo di tempo.

Devono i chimici soprattutto i loro progressi agli eccellenti principî dello sperimentare, dai quali si son lasciati condurre, e che molti errori prevenendo, gli han posti in grado d'illustrare i fenomeni più oscuri e più difficili.

Digitized by Google

Le applicazioni sì utili alle arti, all'industria, ed a tutte le branche delle umane conoscenze, affini alla chimica, hanno sorgente dalle leggi profonde di questa scienza; e nè dir si dee che la sua utilità si fè sentire dacchè elevossi ad un certo grado di perfezione, chè già la sua influenza salutare si era manifestata ad ogni novella esperienza.

Tutte le conoscenze, che gli altri rami dello scibile acquistate aveano, han servito in sul bel principio ad accelerare i progressi della chimica, di modo che prendeva dalla metallurgia e dalla industria tanto quanto dava ad esse, e con esse di concerto riceveva sviluppamento.

Dacchè la chimica minerale si è progressivamente perfezionata, i lavori de'chimici hanno preso altra direzione, e sono sorte, dalle loro ricerche, teorie nuove interamente sulla composizione delle piante e degli animali. Farò io prova in quest'opera di applicarle alla fisiologia animale ed alla patologia.

Ne' tempi volti di già, si cercò, e spesso anco con successo, di utilizzare nell' arte di

guarire, quel poco di osservazioni chimiche che si possedeva allora; v'ha di più, i grandi medici che vissero alla fine del XVII secolo, conoscevano essi soli la chimica, e puossi dire che, malgrado i suoi difetti, il sistema del flogisto è stato il precursore della luce, perchè, per mezzo suo, la filosofia ha trionfato infine dello sperimento grossolano.

La chimica moderna, malgrado le sue numerose scoverte, non ha ancor reso alla fisiologìa ed alla patologìa se non servizî insignificanti; ma bisogna considerare che le reazioni de' corpi semplici ed alcune combinazioni minerali, preparate ne' nostri laboratorî, non possono trovare alcuna specie di applicazione nello studio dell' organismo vivente.

La fisiologìa non ha preso alcuna parte ai progressi della chimica, perchè questa non avea affatto contribuito allo sviluppamento della prima scienza. Purtuttavolta, da venticinque anni in qua, non è a dirsi così; perchè la fisiologìa ancora ha fatto nuovi acquisti, ha scoverto nuove vie di studî, e naturalmente i

lavori de' fisiologi non prenderanno un' altra direzione se non quando avranno esaurite tutte le ricchezze. Ma noi siamo ad un' epoca in cui il cammino, seguito oggidì da fisiologi, non farebbe che estendere il terreno delle ricerche senza approfondire le quistioni.

Certamente, niuno oserà contrastare la utilità ed anche la necessità dello studio delle forme e dei movimenti nella economìa animale, perchè essa è una delle condizioni indispensabili alla conoscenza degli atti della vita; ma diciam di più, questo studio è soverchiamente esclusivo ed insufficiente.

I fisiologi si limitavano altra volta a cercare lo scopo delle funzioni di ciascun organo, e ad esaminare le loro differenti relazioni nella economìa; ma oggi questo non può essere più l' oggetto principale dei loro lavori. Il più gran numero delle scoverte moderne hanno piuttosto arricchita l'anatomìa comparata che la fisiologìa propriamente detta.

Questi lavori conducono senza dubbio ad eccellenti risultamenti quando trattasi delle dif-

ferenti forme e dello stato degli organi sani o malati, ma non illuminano affatto la natura degli atti vitali, perchè è certo che la più esatta conoscenza anatomica dei tessuti non può renderci conto dello scopo che devono adempire; esaminando col microscopio le ramificazioni de' vasi ottici, non saremmo più avanzati nella conoscenza del senso della vista di quello che facendoci, per esempio, a contare il numero delle faccette sull' occhio d' una mosca. Il problema più sublime, quello delle leggi della vista, non potrà giammai esser risoluto senza la conoscenza esatta delle forze chimiche, vale a dire delle forze che non agiscono a distanza, la cui manifestazione è per conseguenza simile a quella della causa primitiva dei fenomeni vitali, e che agiscono da per tutto ove si toccano le materie eterogenee.

La patologìa fa prova ancora oggidì, all'intutto dietro il modello de' chimici flogistici (del metodo qualitativo), di applicare l' esperienze chimiche alla guarigione de' malati; ma i suoi numerosi saggi non l'hanno ancora av-

vicinata di un sol passo alle cause ed alla natura delle malattie. Senza piantare le quistioni in un modo preciso, si è messo il sangue, l'orina ed altre parti dell'organismo, sano o malato, in contatto con gl'alcali, con gli acidi e con ogni specie di reattivo chimico, e si è partito da queste reazioni per indurre sui fenomeni della economìa. Qualche volta, l'azzardo ha condotto ancora ad un medicamento utile; ma è impossibile che una patologìa razionale si fondi sopra queste specie di reazioni, perchè la economìa animale non può essere considerata come un laboratorio di chimica. Allorchè in certi stati patologici, il sangue prende una densità, questa non può essere dissipata in un modo durevole da una reazione chimica su i liquidi circolanti nei vasi. Il deposito dei calcoli puossi talvolta impedire dagli alcali, senza che la causa della malattìa venga menomamente allontanata. Nel tifo trovansi le fecce cariche di sali ammoniacali insolubili; i globuli del sangue presentano la stessa modificazione che si produrrebbe

in un modo fittizio col sangue, e con l'acqua ammoniacale; ma non pertanto l'ammoniaca contenuta nell'organismo non può esser considerata come causa di malattìa se non è che l'effetto di una causa.

La medicina ha dunque, fondandosi sui precetti della filosofia Aristotelica, creata una teorìa della nutrizione e della formazione del sangue, dietro la quale essa classifica gli alimenti in nutritivi, e non nutritivi; ma, siccome questa teorìa poggia sopra osservazioni sproviste di condizioni necessarie, non si saprebbe considerare come la espressione della sperienza.

Oggi le relazioni tra gli alimenti e l'ufficio che devono adempiere nell'economìa, ci sembrano bene altrimenti chiare, da che la chimica organica le ha esaminate col metodo quantitativo.

Un'oca magra, pesante quattro libbre, cresce di cinque libbre nello spazio di 36 giorni, durante il qual tempo, le si danno per ingrassarla, 24 libbre di granone: a capo a

Digitized by Google

questo tempo si potrebbero estrarre 3 1/2 libbre di grasso dalla stessa. Egli è evidente che il grasso non si è tutto trovato formato nel nutrimento, perchè questo non rinchiude affatto più di 1/1000 di grasso o di materie simili.

Le api nudrite col miele privo di cera, forniscono 1 p. di cera per 20 p. di mele consumato dalle stesse, senza che il loro stato di salute, nè il loro peso si modifichino. Ciò prova benissimo ancora che nell'organismo lo zucchero si trasforma in grasso.

Egli è lo stesso, in quanto alle secrezioni ed a molti altri fenomeni della economìa. Quando cercheremo la soluzione in un modo serio e coscenzioso, quando ci prenderemo la pena di precisare le osservazioni con l'ajuto de' pesi e misure, esprimendoli per mezzo di equazioni, tutte queste quistioni si rischiariranno da per loro stesse. Allorchè le osservazioni non abbracciano in un problema se non un sol lato, non possono giammai, moltiplicate che sieno, portarne la soluzione completa; bisogna ad esse, perchè sieno utili, una

direzione definita, uno scopo determinato; bisogna che abbiano una connessione organica.

I fisici ed i chimici hanno ben ragione di attribuire a loro metodi d'investigazione la più gran parte de'successi de'loro lavori. In fatti, ciascun lavoro di chimica, completo un tantino, può riassumersi, in quanto ai risultamenti, in poche parole; ma sono queste delle verità non periture la cui scoverta avea richieste ed esperienze e ricerche senza numero. Stabilita una volta, ma bene, la verità, lo stesso lavoro, tutte le esperienze penose e tutti gli apparecchi complicati cadono nell'oblio; rappresentano delle scale, degli utensili, delle gallerie, delle correnti di aria per cavare una profonda miniera e che preservino dall'acqua e dal fuoco del gas idrogeno.

Oggi, il minimo lavoro di chimica o di fisica deve portare questo carattere se vuol essere apprezzato; un certo numero di osservazioni deve condur sempre ad una conchiusione, montando poco che questa abbracci una o più quistioni.

Il metodo forse impiegato nelle ricerche della fisiologìa da circa un mezzo secolo, è quello che ci ha fruttato tante poche verità nuove in quando alle funzioni degli organi più importanti, milza, fegato, glandole; e sicuramente i progressi della fisiologìa saran sempre inceppati sintantochè questa non si familiarizzerà coi metodi d'investigazione messi in uso dalla chimica.

Prima di Lavoisier, Schéele e Priestley, la chimica non avea più legame con la fisica di quello che non ne abbia oggi con la fisiologìa; all'incontro, attualmente la fisica e la chimica son così fuse tra esse che sarebbe difficile stabilirvi una linea rigorosa di confine; lo stesso ligame unisce la chimica alla fisiologìa, e, dopo altri cinquant'anni, la loro disgiunzione sarà del tutto impossibile.

I nostri problemi, le nostre esperienze intersecano per mezzo di una infinità di curve, la linea retta che conduce alla verità: sono tanti bastoni da livello che dinotano la vera via, e necessarî all'imperfezione umana. I chimici

ed i fisici non perdono di vista il loro scopo; qualche volta qualcuno di essi riesce a battere per alcuni momenti il retto sentiero; ma tutti sanno che gl' andirivieni sono inevitabili, e che il successo non è possibile senza una perseveranza ed un coraggio a tutta prova.

Le osservazioni alla spicciolata e senza nesso sono punti dispersi sopra una vasta landa e che non indicano sentiero ben tracciato. Per secoli intieri la chimica non ha avuto che questi punti soltanto, tra quali si cercava con mille mezzi di riempire i vuoti; ma le stabili scoverte, i reali progressi non si sono ottenuti se non quando l'immaginazione ha lasciato di esserci di guida.

Ho fatto prova in quest' opera di far conoscere i punti di contatto esistenti tra la chimica e la fisiologia. Essa contiene una raccolta di problemi tali quali la chimica li pianta oggidì; contiene del pari un certo numero di conchiusioni dedotte dai principî di questa scienza, dietro quell' esperienze di cui siamo in possesso.

Questi problemi riceveranno sicuramente un giorno la lor soluzione, e solamente allora avremo una fisiologìa.

È vero che attualmente, il nostro scandaglio non è assai lungo per misurare tutta la profondità del mare, ma ciò non toglie al suo valore sempre quando ci ausilî per evitare uno o molti scogli.

Col favore della chimica organica, la fisiologìa sarà nel caso di scrutare le cause dei fenomeni inaccessibili all'occhio.

Se un solo dei risultamenti che io ho sviluppati od enunciati semplicemente in questo libro, trova un'applicazione utile, il suo intento mi sembra conseguito completamente; il cammino che mi ha ivi condotto ne lascerà scovrire degli altri, e ciò è quello ch'io considero come il più grande dei benefizî.

Dott. Giusto Liebig — Giessen, aprile 1842.

PARTE PRIMA.

PARTE PRIMA.

DE' FENOMENI ORGANICI IN GENERALE.

CAPITOLO I.

Cause de' fenomeni organici.

1. Un' attività notevole, una forza nello stato di riposo stà nell' uovo, negli animali, e nel grano, nelle piante; da essa dipende l' accrescimento della massa dell' individuo, per essa la economìa ripara le sue perdite.

Lo stato di riposo di questa forza è distrutto dalle influenze esterne, dalla fecondazione, dall' umidità, dall' aria; essa manifesta allora il suo movimento dando origine ad una serie di prodotti, che, sebbene terminati spesso da superficie piane, son lungi dal prendere quelle forme geometriche che si conoscono ne' minerali cristallizabili. Questa chiamasi *forza vitale*.

Nelle piante, l' aumento della massa è determinato da un fenomeno di decomposizione che si compie, nel seno anche di certe parti vegetabili, sotto l' influenza della luce, e del calore. Questa decom-

A

posizione avviene esclusivamente sopra materie inorganiche, e puossi dire, considerando nella guisa di alcuni dotti mineralogisti, l'aria e molti altri gas, come sostanze minerali, che l'attività vegetabile trasforma i minerali in organi dotati di vita, che trasporta in essi la forza vitale. Bisogna adunque, perchè una pianta possa svilupparsi, che certe parti degli alimenti s'incorporino al vegetabile. Si è pervenuto, col mezzo della chimica analisi, a stabilire la natura delle parti così assimilate, e di quelle rigettate dall' economia vegetale, e si è verificato per mezzo di numerose ricerche chimiche e fisiologiche, che lo sviluppo delle piante dipende da eliminazione dell' ossigeno contenuto ne' loro elementi.

La vita degli animali si manifesta, al contrario di quella de' vegetabili, per mezzo di un assorbimento continuato dell' ossigeno atmosferico, che si combina con certi principî dell' organismo.

Mentre una parte di un essere organizzato non può servire alla nutrizione vegetabile prima di essere stata, per effetto della putrefazione, riportata ad una forma organica, l' animale, per conservarsi ed ingrandire, esige molecole di una organizzazione superiore. Perciò, in tutte le circostanze, gli alimenti degli animali sono parti organizzate.

2. Due facoltà soprattutto distinguono l' animale dalla pianta: la locomobilità e la sensibilità.

Queste facoltà risultano da certi strumenti de' quali la pianta è priva all' intutto; essi dipendono da apparecchi particolari tra i quali non si osserva, come insegna l' anatomia comparata, altra relazione di quella di riunirsi in un centro comune.

La sostanza della midolla spinale, de' nervi e del cervello, differisce essenzialmente, tanto per la com-

posizione, quanto per le reazioni chimiche, dalla sostanza delle membrane, de' tessuti, de' muscoli e della pelle.

Tutto ciò che nell'economia animale merita il nome di movimento, trae la sua origine da apparecchi nervosi; le piante al contrario non contengono nervi, e bisogna attribuire a cause fisiche o meccaniche i fenomeni del movimento osservati in certe specie vegetabili come, per esempio, la circolazione del sugo nelle *Chara*, l'occlusione spontanea de' fiori e delle foglie, ec. Il calore e la luce sono evidentemente le cause prime di questi movimenti. Negli animali non è così; in essi gli apparecchi nervosi costituiscono la sorgente del movimento, e questa sorgente è capace di rinnovarsi in ciascun momento della vita dell'individuo.

Si può dunque dire, in un modo generale, che la vegetazione si trova sempre sottomessa a certe influenze esterne, cause mediatrici del movimento, ma che l'economia animale, sino ad un certo grado, è indipendente da queste influenze, per la ragione che ogni animale contiene in se un sistema particolare d'apparecchi che producono il movimento indispensabile alla vita.

3. L'accrescimento dell'individuo, l'assimilazione delle sostanze nutritive, in una parola il passaggio della materia in movimento nello stato di riposo, avviene così nelle piante, come negli animali; una sola e medesima forza determina in essi l'aumento della massa. Dicesi *vita vegetativa* questa che manifestasi senza conoscenza dell'individuo.

Nelle piante, questa vita vegetativa compiesi col concorso degli agenti esterni; negli animali si rivela per mezzo di attività nate nel mezzo istesso del-

Digitized by Google

l' organismo. La digestione, la circolazione del sangue, le secrezioni degli umori, tutte queste funzioni sono necessariamente sotto il dominio del sistema nervoso, ma una sola è la forza che dà al germe, alla foglia, alla radice queste proprietà sorprendenti, di cui son dotati i tessuti animali, che rende atto ciascun organo dello stesso a presedere alle sue proprie funzioni. Lo ripetiamo un'altra volta, le cause del movimento sono le sole che differiscono ne' due regni.

Non mai gli apparecchi nervosi mancano agli animali, anche alle classi infime della serie zoologica (*a*); si osservano già nell'uovo fecondato, ed è là che prendono il loro primo sviluppamento. Le classi superiori posseggono inoltre degli apparecchi particolari, destinati alla sensibilità, alla volontà, all' istinto ed alle facoltà intellettuali; ma questi ultimi apparecchi, come dimostra lo studio de' fenomeni patologici, non hanno alcun legame con la vita vegetativa. Infatti, la nutrizione si fa nelle parti del corpo, in cui i nervi della sensibilità sono paralizzati, nella stessa maniera che in quelle ove si trovano nello stato normale. È ben conosciuto ancora che la volontà più energica non può esercitare la minima influenza sulle contrazioni del cuore (*b*), come non lo può sui movimenti delle intestina, o sul lavoro delle secrezioni.

4. Relativamente ai fenomeni della vita superiore ed intellettuale, nello stato attuale della scienza, non si saprebbero riportare a cause immediate, e nè per più forte ragione a cause primitive. Tutto quello che si può affermare si è che queste cause esistono, che sono immateriali, e che nulla han di comune con l' agente vitale, comunque si trovassero con esso ligate alla materia.

Senza dubbio queste cause esercitano una certa influenza sull' attività vegetativa, ed in ciò rassomigliano ad altri agenti imponderabili, come la luce, l' elettricità, il magnetismo; ma questa influenza non è condizionale, essa non ha per effetto che di accelerare, di rallentare o disturbare il cammino del lavoro vitale, nella stessa maniera che questo può alla sua volta modificare i fenomeni della vita intellettuale.

La coscienza e 'l ragionamento, cause perturbatrici dell' economìa animale sono quelle che mancano agli animali ed alle piante; ma fatta astrazione dalla loro influenza, si può dire che tutti gl' atti vitali e chimici si compiono nell' uomo nella stessa guisa che negli animali.

5. Una tendenza continua ad approfondire i rapporti della vita animale ha arrestato sino a questo giorno i progressi della fisiologìa; si usciva sempre dal dominio dell' investigazione possibile per andare errando nelle regioni fantastiche. Infatti chi è mai tra questi entusiasti vitalisti quello che conosca le leggi della vita animale pura, che abbia dell' idee precise sulle condizioni dello sviluppamento o della nutrizione, che sappia finalmente la causa reale della morte? Spiegano essi i più oscuri fenomeni psicologici e non son poi nel caso di dire che cosa è febbre o come la chinina agisce, vincendola.

Sino al presente non si era studiata che una sola delle condizioni necessarie per conoscere le leggi dell' economìa vivente, ci eravamo limitati a ricerche anatomiche sulla struttura degli apparecchi, senza occuparci seriamente nè della sostanza degli organi, nè delle trasformazioni degli alimenti in organi, nè del posto dell' atmosfera negl' atti vitali, e nondimeno son queste basi importantissime.

Qual parte prendono gl' interni agenti allo sviluppo del feto umano, quale all'incubazione dell'uovo di un pollo? Essi non hanno certamente in questi atti maggiore influenza di quello che sullo sviluppo del grano in una pianta.

Checchè ne sia, lasciamo da banda, rimettendo a miglior tempo, le cause primiere dei fenomeni psicologici, e guardiamoci bene dal fare delle conclusioni prima di aver per esse una base.

Noi conosciamo esattamente il meccanismo dell'occhio, ma nè l' anatomìa, nè la chimica illustreranno giammai il modo di percezione della luce. L'investigazione della natura ha dei limiti determinati che non possono oltrepassarsi, e bisogna sempre richiamarci a memoria che niuna scoverta ci potrà far conoscere che cosa è la luce, l' elettricità o 'l magnetismo, perchè il pensiero non penetra chiaramente se non le cose materiali. Non potremo dunque che scandagliare le leggi dell' equilibrio o del movimento di queste forze, perchè esse si manifestano per mezzo di fenomeni; senza dubbio parimenti noi perverremo a conoscere profondamente le leggi della vita e tuttociò che le disturba, le favorisce o le modifica, senza che mai sapremo essa vita in che consista. La scoverta delle leggi della discesa dei corpi e del moto degli astri condusse ad una idea chiara della causa di questi fenomeni, idea che non avremmo potuto concepire pria d'aver osservato le loro leggi. Infatti, cancellate dal nostro spirito la conoscenza di queste leggi, e ciocchè chiamasi gravitazione, non sarà per noi che parola soltanto, come la luce non è che una parola pel cieco nato.

La fisiologìa moderna abbandonò intieramente il metodo di Aristotele, non inventò più *l' orrore pel*

vuoto , o la *quintessenza* per ispiegare ed illustrare i fenomeni vitali; bisogna dirlo per fortuna della scienza e della umanità.

6. I fenomeni della vegetazione e della vita animale sono subordinati , come abbiam visto , ad una forza particolare , intieramente distinta per li suoi effetti da tutte le altre forze che determinano nei corpi cambiamenti di stato o di moto; dobbiam dunque considerare, nella vita organica, la forza vitale ora nello stato di equilibrio o di riposo , ora nello stato di movimento, secondo la resistenza più o meno grande che le oppongono altre forze ; vi sarebbe così per la forza vitale una statica ed una dinamica.

Tutte le parti dell' animale , in seguito di un' attività permanente propria di ciascun organo , nascono da un liquido particolare , circolante nel seno dell'organismo ; l' esperienza dimostra che tutte le parti del corpo sono sangue primitivamente , od almeno sono condotte da questo liquido agli organi che devono formarsi. Da un' altro lato , è ben conosciuto ancora che avviene continuamente nell' economia un cambiamento di sostanze più o meno accelerato ; che i tessuti abbandonano in parte il loro stato di vita per convertirsi in sostanze sproviste di forma propria , e che si rinnovano in seguito dopo essersi così trasformati. Un gran numero di fatti incontrastabili dimostrano che ciascun movimento , ciascuna manifestazione di forza è la conseguenza di un cambiamento totale o parziale dei tessuti ; che ciascun pensiero , ciascuna sensazione , ciascuno sforzo è accompagnato da un cambiamento nella natura delle secrezioni o nella composizione della sostanza cerebrale.

CAPITOLO II.

Posto che occupano gli alimenti e l' ossigeno atmosferico.

7. Il mantenimento del lavoro vitale esige il concorso di certe sostanze chiamate *alimenti*; queste sostanze dopo aver soggiaciuto nell' organismo ad una serie di trasformazioni, servono ad aumentare la massa dell' individuo, a restituire le materie già da esso impiegate, od a produrre la forza (*c*).

La presa degli alimenti è dunque la prima condizione della vita; un' altra condizione, non meno importante, si è l' assorbimento non interrotto dell' ossigeno atmosferico.

Dietro ciò, la vita animale, guardata nel punto di vista fisiologico, si manifesta per mezzo di una serie di fenomeni le cui relazioni, del pari che l' apparizione alternativa, sono determinate da trasformazioni nate nel seno dell' organismo e sofferte, sotto l' influenza della forza vitale, dagli alimenti e dall' ossigeno atmosferico. Infatti, tutte le attività vitali sono il risultamento e l' azione reciproca dell' ossigeno dell' aria e dei principî degli alimenti.

8. La nutrizione e la riproduzione sono da considerarsi, come il passaggio nello stato di riposo della materia messa in movimento dall' azione del sistema nervoso, e siccome le forze chimiche si mettono continuamente in opposizione con l' agente vitale, così ad esse bisogna attribuire queste alternative di riposo e di movimento.

Lo stato di riposo della materia è provocato dalla

resistenza che oppone alla forza vitale la forza d'attrazione o di combinazione che agisce tra le molecole della materia, al contatto immediato od a distanze infinitamente piccole. Si potrebbe dare a questa forza attrattiva quel nome che si volesse; i chimici la chiamano *affinità*.

Ciò che costituisce il movimento della materia nell'economia, sono i cambiamenti, vale a dire le decomposizioni chimiche a cui soggiacciono le sostanze alimentari, o i tessuti nati da questi alimenti, o finalmente certe parti solamente degli organi.

9. Il carattere particolare della vita vegetativa, vale a dire del genere di attività che l'animale divide con la pianta, è un aumento incessante della massa della pianta, perchè sintanto che dura la vita di questa, non si osserva giammai che si fermi nel suo accrescimento, o che i suoi organi diminuiscano di massa; ogni cambiamento di composizione avvenuto in essa, è il risultamento dell'assimilazione. Perchè la pianta non può ingenerare alcuna forza per produrre del moto, e non mai, per effetto di qualche causa posta nell'organismo medesimo, i suoi tessuti sortono dallo stato di vita, e perdono quello di organizzazione. Nella pianta non v'à consumo di sostanza, essa non soggiace a perdita come l'economia animale.

In questa, le perdite provengono dal cambiamento di stato e di composizione di certe parti del corpo; perciò sono quelle la conseguenza di certe reazioni chimiche.

L'influenza ne' medicamenti e de' veleni sull'economia vivente dimostra chiaramente che le decomposizioni e le combinazioni chimiche, il cui insie-

me costituisce i fenomeni vitali, possono essere attivate da forze chimiche agenti nello stesso senso, e rallentate od anche arrestate da forze chimiche di un' azione contraria. Noi possiamo dunque su ciascun organo e su ciascuna delle sue parti, produrre degli effetti chimici interamente differenti, secondo la natura degli agenti.

10. Nei fenomeni galvanici, allorchè, per esempio, un metallo si trova in contatto con un acido, i nostri sensi scorgono certi effetti, certe alterazioni che noi attribuiamo a qualche cosa d' incognito e che nominiamo corrente elettrica. Ma i sensi non possono giammai indovinar la causa di questi effetti val lo stesso ancora per le trasformazioni a cui van soggette, durante la vita, le sostanze degli organi; noi non possiamo osservare se non gli effetti del movimento provocati da queste trasformazioni, ed è precisamente ad essi che noi diamo il nome di vita.

La corrente elettrica si manifesta per mezzo dei movimenti di attrazione e di ripulsione che imprime a certe materie, prive di movimento da per esse sole; si rivela inoltre per mezzo di fenomeni di combinazione o di decomposizione che determina nelle sostanze chimiche allorchè le affinità non le oppongono una resistenza troppo forte.

Non possiamo dunque studiare se non i fenomeni prodotti da questa corrente elettrica. Sotto questo punto di vista ancora possiamo solamente indagare i segreti della vista.

La formazione di un cristallo è qualche cosa di così misterioso, di così inconcepibile quanto la formazione di una foglia o di un muscolo (*d*). È tanto difficile il dire come il cinabro risulti

dalla combinazione dello zolfo e del mercurio, quanto di spiegare come l'occhio nasca dalla sostanza del sangue.

11. Durante la vita, l'uomo e gli animali assorbono costantemente dell'ossigeno per mezzo de' loro organi respiratori; non mai questa funzione si arresta.

Si è verificato, per mezzo di numerose osservazioni che il peso del corpo di un uomo adulto, convenevolmente nutrito, non si trova, a capo a ventiquattr'ore, nè cresciuto nè diminuito, e nondimeno la quantità di ossigeno assorbito dagli organi, durante questo intervallo, è considerevole estremamente. Perchè, secondo le esperienze di Lavoisier, un uomo adulto attinge nell'atmosfera, nello spazio di un anno **373** chilogrammi di ossigeno; secondo Menzies **411**, il suo peso è lo stesso al principio ed alla fine dell'anno; tutt'al più vi si trova un aumento o diminuzione di qualche libbra (*Doc.* I) *

Che è mai avvenuto di questa enorme quantità di ossigeno attinto nell'aria da un solo individuo? Questa quistione può venire risoluta in un modo molto positivo. In fatti, quest'ossigeno non rimane nel corpo; ne esce sotto forma di una combinazione carbonata o idrogenata; si unisce al carbonio ed all'idrogeno di certe parti dell'organismo, ed è in seguito cacciato dalla pelle e dal polmone nello stato di acido carbonico e di vapore di acqua.

In ciascun movimento respiratorio e durante tutta

---

* Le cifre romane intermezzate al testo si riferiscono a documenti, i cui dettagli trovansi alla fine del volume.

la vita, gli organi, dopo di essersi combinati con l'ossigeno atmosferico, cedono ancora una parte delle sostanze che li compongono.

12. Ammettiamo intanto con Lavoisier e Seguin, per basare il nostro ragionamento sopra un dato sperimentale, che un uomo adulto assorbe alla giornata 1015 grammi di ossigeno; supponiamo inoltre che il corpo di quest' uomo contenga 12000 grammi di sangue. Questo sangue contiene 80 per cento di acqua; per trasformare completamente il suo carbonio e 'l suo idrogeno in acido carbonico ed acqua, bisognano 4271 grammi di ossigeno. Ora questa quantità di ossigeno penetra nel corpo di un adulto nello spazio di 4 giorni, e di 5 ore (*Doc.* II).

Qualunque sia il modo di azione dell' ossigeno assorbito durante la respirazione, che si fissi direttamente sui principî del sangue o su altre materie carbonate o idrogenate del corpo, nulla si oppone a questa conchiusione, che un individuo, aspirando in una giornata 1015 grammi di ossigeno, debbe riprendere per mezzo degli alimenti tanto carbonio ed idrogeno per quanto ne era contenuto in 12 chilogrammi di sangue. Ben inteso, si è supposto non variare il peso, rimanendosi il corpo nello stato normale. La riparazione di questa perdite si fa necessariamente per mezzo degli alimenti.

Si è trovato in fatti, determinando la quantità di carbonio ingesto nel corpo cogli alimenti, come la quantità del carbonio rigettato per mezzo delle fecce e delle urine nello stato non bruciate, vale a dire sotto altra forma di quella di una combinazione ossigenata, che un uomo adulto che si mantiene in un moto moderato consuma alla giornata 435 grammi di carbonio (*Doc.* III).

Questi 435 grammi sfuggono per la via della pelle e dei polmoni sotto forma di acido carbonico; ora, per trasformarsi in questo gas, han bisogno di 1157 grammi di ossigeno.

Secondo le analisi di Boussingault *, un cavallo consuma in 24 ore 2465 grammi di carbonio; una vacca da latte 2212 grammi (*Doc.* IV). Queste quantità di carbonio sono rigettate nello stato di acido carbonico; il cavallo impiega, per convertire questo carbonio in acido carbonico, 6504 grammi di ossigeno; la vacca ne consuma 5833 grammi.

13. Poichè niuna parte di ossigeno assorbito riesce dal corpo sotto altra forma diversa da quella di una combinazione idrogenata o carbonata, e che di più, nello stato di salute, il carbonio e l' idrogeno così eliminati sono restituiti per mezzo degli alimenti, è evidente che la quantità degli alimenti abbisognata per la conservazione delle funzioni vitali, deve essere in rapporto diretto con la quantità dell' ossigeno assorbito.

Due animali che nello stesso tempo assorbono per la pelle e per li polmoni delle ineguali quantità di ossigeno; devono dunque consumare pesi differenti dello stesso alimento, e siccome il consumo dell' ossigeno può, a tempi eguali, esprimersi per mezzo del numero delle ispirazioni, ne risulta che per lo stesso individuo la quantità di nutrimento da pren-

---

* Annales di chimie et de physique LXXI, pag. 127 e 136.

dere varia secondo il numero e la estensione delle inspirazioni.

Si vede, dietro ciò, che i fanciulli, ne' quali gli organi respiratorî sono più attivi che non sono nell' uomo adulto, soffrono men di lui la fame; devono essi dunque prendere più nutrimento e proporzionatamente in più grande quantità.

Un uccello privo di nutrimento muore il terzo giorno. Un serpe sito durante un' ora sotto una campana, aspira appena tanto ossigeno perchè l' acido carbonico prodotto divenga sensibile; così ancora può vivere per tre mesi, ed anche più, senza nutrimento.

Nello stato di riposo, il numero de' movimenti respiratorî è minore che in quello di agitazione e di lavoro; la quantità di nutrimento necessario in questi due stati trovasi naturalmente nello stesso rapporto. Così può dirsi che l' abbondanza di nutrimento è incompatibile con la mancanza di ossigeno o di moto, come un eccesso di movimento che abbisogna di una quantità grande di nutrimento non comporta alcuna debolezza negli organi digestivi.

14. La quantità di ossigeno inspirata dal polmone dipende non solo dal numero delle inspirazioni, ma ancora dalla temperatura e dalla densità dell' aria.

Infatti, la capacità del petto di un animale rimanendo sempre la stessa, vi entra, per ciascuna inspirazione, uno stesso volume di aria; ma il peso di quest' aria, e conseguentemente ancora dell' ossigeno che contiene, varia necessariamente, perchè il calore dilata l' aria e 'l freddo la contrae. In due volumi eguali di aria fredda e calda vi ha dunque un peso ineguale di ossigeno. Così, un uomo adulto assorbendo a 15° 0, 91 di metro cubico di ossi-

Digitized by Google

geno, questo volume peserà 1015 grammi, e lo stesso volume assorbito nello stesso tempo alla temperatura di 0°, avrà un peso di 1100 grammi.

Noi respiriamo sempre lo stesso volume di aria, in està, come in inverno, ai poli, come nell'equatore; ma in està a 25° c. noi respiriamo, per mezzo dello stesso numero di movimenti pulmonari, 983 grammi di ossigeno; a 0°, ne prendiamo 1100 grammi; in Sicilia ove la temperatura è presso a poco di 35°, il peso di questo ossigeno è di 895 grammi; e finalmente a — 10° è di 1131 grammi.

Similmente, nelle rive del mare, noi assorbiamo, nello stesso numero di inspirazioni, una più grande quantità di ossigeno di quel che avviene nelle alte montagne, e si può dire che la quantità di acido carbonico rigettato dai polmoni, come l'ossigeno assorbito, varia secondo la pressione barometrica.

Noi rigettiamo, in inverno, come in està, l'ossigeno nello stato della stessa combinazione; ma, ad una bassa temperatura e sotto una forte pressione, noi espiriamo più acido carbonico che non in una temperatura elevata. Dobbiamo, per conseguenza, consumare per mezzo degli alimenti una proporzione di carbonio che sia in rapporto con questa quantità; in Isvezia bisogna prenderne più che in Sicilia; nelle nostre regioni temperate, in inverno sensibilmente un 1/8 di più che in està.

Quand' anco noi consumassimo, nei paesi freddi e nei caldi, la stessa quantità di nutrimento, gli alimenti, per una disposizione molto saggia della natura, contengono delle quantità molto ineguali di carbonio; in fatti, le frutta dei paesi meridionali non contengono, nello stato di freschezza, più di

Digitized by Google

12 per cento di carbonio, mentre il lardo e gli olii de' pesci, di cui si nudrono gli abitanti delle regioni polari, ne contengono da 66 ad 80 per cento.

Nei paesi caldi, in fine, sotto l'equatore, è facile di assoggettarsi al regime della dieta e di tollerare la fame, ma il freddo e la fame riuniti logorano il corpo in poco tempo.

CAPITOLO III.

Sorgente del calore animale.

15. L'azione reciproca dei principî elementari e dell'ossigeno trasportato nell'organismo per effetto della circolazione, è *la sorgente del calore animale* (*e*).

Tutti gli esseri viventi, la cui esistenza è ligata ad un assorbimento di ossigeno, posseggono in loro stessi una sorgente di calore indipendente dal mezzo ove vivono. Questo fatto è vero per tutti gli animali; si adatta egualmente al grano germinante, ai fiori delle piante ed ai frutti in maturazione.

Non v'ha produzion di calore se non nelle parti dell'animale, ove giunge sangue arterioso, dove, per conseguenza, l'ossigeno atmosferico può penetrare. I peli, la lana, le piume non hanno calore proprio.

Questo svolgimento di calore nel corpo degli animali è dapertutto ed in tutte le circostanze, la conseguenza della combinazione di una sostanza combustibile con l'ossigeno. In fatti, qualunque sia al

Digitized by Google

forma sotto la quale il carbonio, per esempio, si combina con l'ossigeno, è certo che questa combinazione non può compiersi senza essere accompagnata da calore, non importa che si facci rapidamente o con lentezza, ad una temperatura elevata o bassa; la quantità totale del calore svolta in questo atto, rimane sempre invariabile. Così, il carbonio degli alimenti, trasformandosi in acido carbonico nel corpo dell'animale, svolge tanto calore come se bruciasse nell'aria o nell'ossigeno; non v'ha che questa sola differenza che, cioè, la quantità di calore prodotta nel primo caso si ripartisce su tempi inegnali; nell'ossigeno puro, la combustione è vivissima e la temperatura per conseguenza molto elevata; nell'aria, la combustione è più lenta e la temperatura più bassa, ma si mantiene ancora più lungamente.

Dietro ciò, è evidente che il numero de' gradi di calore divenuti liberi nel corpo degli animali deve diminuire o crescere secondo la quantità dell'ossigeno che vi giunge, in tempi eguali, per effetto dell'atto respiratorio. Gli animali, la cui respirazione è viva e sostenuta, consumano, per conseguenza, molto ossigeno; la loro temperatura ancora è più elevata di quella degli altri animali avendo lo stesso volume di corpo da riscaldare e prendendo meno ossigeno. I fanciulli, la cui temperatura è di 39°, assorbono più ossigeno degli adulti ne' quali è di 37°, 5. Gli uccelli, nel corpo de' quali il termometro segna 40° o 41°, ne assorbono più dei quadrupedi la cui temperatura propria è di 37 o 38°; essi ne prendono ancora più dei pesci e degli anfibî, la temperatura de' quali è di 1/2 o di 2 gradi più elevata di quella del mezzo ambiente (*Doc.* V).

A parlare esattamente, tutti gli animali sono a sangue caldo; ma in quelli soli che respirano per mezzo de' polmoni la temperatura propria è indipendente da quella del mezzo.

16. Risulta da un gran numero di osservazioni degne di fede che la temperatura dell'uomo come di tutti gli animali detti a sangue caldo rimane la stessa in tutti i climi, nella zona temperata come sotto l'equatore od ai poli, malgrado l'estrema differenza dei mezzi ove vivono.

Il corpo degli animali si comporta con ciò che lo circonda come fanno tutti i corpi caldi; riceve del calore se la temperatura esterna è più elevata di quella del mezzo circondante; lo cede, al contrario, se questa istessa è minore di quella del corpo dell'animale. Ora la prestezza del raffreddamento di tutto il corpo caldo si regola sulla differenza che esiste tra la sua temperatura e quella del mezzo, vale a dire che più il mezzo è freddo, più il raffreddamento del corpo è pronto. Si concepisce dietro ciò, la differenza considerevole che deve esistere tra la perdita del calore provata da un uomo vivente in Palermo, per esempio, ove la temperatura esterna è sensibilmente eguale a quella del corpo, e la perdita di calore a cui soggiace un abitante dei poli, dove la temperatura è inferiore di 40 a 50 gradi. Malgrado questa perdita sì differente, il sangue del Lappone non è men caldo di quello dell'abitante i paesi meridionali. Ciò prova dunque, in un modo irrefragabile, che il calore ceduto dal corpo all'esterno è rimpiazzato nell'organismo con molta rapidità, e che questa restituzione deve farsi più pron-

tamente in inverno ed ai poli che in està e ne' paesi caldi.

La quantità d' ossigeno assorbito dai movimenti respiratori, varia ne' differenti climi, secondo la temperatura dell' aria esterna; noi abbiam già dimostrato la verità di questo fatto nel §. 14. Bisogna adunque, perchè il corpo si mantenga alla stessa temperatura, che la quantità di quest' ossigeno cresca in ragion diretta della perdita del calore cagionata dal mettersi in equilibrio la temperatura del corpo con quella ambiente, ciò che vale lo stesso, che le quantità di carbonio e d' idrogeno necessarie alla combinazione con quest' ossigeno debbano crescere nello stesso rapporto.

La restituzione del calore perduto avviene per mezzo dell' azione reciproca de' principî alimentari e dell' ossigeno respirato. Non molto importano le forme che prendono a poco a poco gli alimenti sotto l' influenza degli organi, nè molto importano le loro trasformazioni dirette, in tesi finale, il loro carbonio si trova sempre trasformato in acido carbonico, il loro idrogeno in acqua; l' azoto e 'l carbonio non bruciati sono evacuati per mezzo delle urine e degli escrementi solidi. Per servirci di un paragone triviale, ma giustissimo, diremo che il corpo degli animali si comporta sotto questo rapporto come una padella che si fornisce di combustibile: per avere in questa una temperatura constante, bisogna, secondo le variazioni della temperatura esterna, alimentarla con quantità differenti di combustibili. Gli alimenti sono pel corpo dell' animale, ciò che è i combustibili per la padella; ha sufficientemente accesso l' ossigeno? ne risulta calore sensibile.

Nell' inverno, allorchè noi siamo all' aria fredda,

dove la quantità dell' ossigeno inspirato è per conseguenza più forte, noi sentiamo accrescere nello stesso rapporto il bisogno degli alimenti carbonati ed idrogenati; allorchè questo bisogno è satisfatto, il corpo può resistere ai freddi più intensi. Reciprocamente, la fame produce nel corpo la sensazione del freddo. È ben noto ancora che gli animali selvaggi de' paesi polari sorpassano in voracità quelli delle contrade meridionali.

Nella zona fredda e nella temperata, l' aria, che continuamente cerca di consumare il corpo, ci spinge al lavoro che ci procura i mezzi di resistere a quest' azione; ne' paesi caldi al contrario, l' attività dell' uomo è minore, perchè il bisogno del nutrimento è lungi ancora di esservi urgente.

Le nostre vestimenta non sono che degli equivalenti dell' alimento, perchè più noi ci covriamo caldamente, più sentiamo diminuire il bisogno di mangiare, per la ragione che il corpo perde in questo stato meno calore, si raffredda meno, ed allora la riparazione necessaria per mezzo degli alimenti diviene ancora minore. Se noi andassimo nudi, come i selvaggi, o fossimo nella caccia e nella pesca esposti al freddo glaciale delle regioni polari, il nostro stomaco soffrirebbe, senza esserne incomodato, la istessa quantità di acquavite, di olio, e di pesce che vediamo prendere agli abitanti di queste contrade. Non dobbiamo rimanere meravigliati perciò; chè il carbonio e l' idrogeno di questi alimenti servono a mettere il nostro corpo in equilibrio di temperatura con l' atmosfera.

17. Risulta da ciò che precede che la quantità degli alimenti da consumarsi vien regolata dal numero delle inspirazioni, sulla temperatura dell' aria respi-

rata, e sulla quantità di calore ceduto dal corpo all' esterno.

Niun fatto isolato si oppone alla verità di questa legge. Senza nuocere alla salute in un modo passeggiero o durevole, gli abitanti del mezzogiorno non saprebbero, ne' loro alimenti, prendere più carbonio ed idrogeno di quello che non esalano per la respirazione; parimenti, gli abitanti del nord non potrebbero, a meno di non esser malati o di soffrir fame, esalare più carbonio ed idrogeno di quello che gli almenti ne introducono nella economia.

L' inglese vede con dispiacere perdersi l' appetito che gli procura de' godimenti rinnovati, là nella Giammaica, e solo col favore di eccitanti energici come il pepe di Cajenna, egli riesce di prendervi la stessa quantità di nutrimento del suo paese. Ma il carbonio di queste sostanze non trova alcun uso nel corpo, perchè la temperatura dell' aria è troppo elevata, il calore snervante del clima impedisce al corpo di aumentare il numero delle inspirazioni, per mezzo di un movimento sostenuto, e conseguentemente di mettere una proporzione bastante di ossigeno in rapporto con le materie consumate.

Le persone i cui organi digestivi sono indeboliti, ne' quali per conseguenza lo stomaco ricusa di mettere gli alimenti nello stato in cui convengono alla combinazione con l' ossigeno, non possono resistere al clima rigido d' Inghilterra; la loro salute deve dunque migliorare in Italia, ed in generale ne' paesi meridionali, perchè ivi respirano una porzione d' ossigeno comparativamente meno forte, ed i loro organi avranno ancora assai vigore per digerire una quantità minore di alimenti. Se al contrario questi malati rimangono in un paese freddo, i loro organi

respiratori succumbono all' azione dell' ossigeno.

In està veggonsi presso di noi predominare le malattie di fegato (malattie di carbonio), mentre in inverno le malattie pulmonarie (malattie d'ossigeno) sono più frequenti.

Il raffreddamento del corpo qualunque sia la causa che lo produca, fa crescere il bisogno di mangiare. Perciò il soggiorno all'aria aperta, in una vettura da viaggio o sul ponte di un battello, risveglia l'appetito, senza che si facci movimento, perchè il corpo si raffredda pel raggiare del calore emanato dalla rapida respirazione.

È lo stesso di coloro che han l'abitudine di bere molt' acqua; questa evacuata dopo essere stata portata a 37°, assorbe nel corpo molto calore; essa deve dunque parimenti far aumentare l' appetito. Le persone di una costituzione debole devono per mezzo di un continuato moto, condurre al corpo l' ossigeno necessario per restituire il calore che fece passaggio all' aria fredda.

Gli effetti della voce per cantare o per parlare, le grida nei fanciulli, il soggiorno nell' aria umida, e molte altre cause influiscono sull'appetito per la stessa ragione.

Digitized by Google

CAPITOLO IV.

Respirazione.

18. Abbiamo ammesso nel capitolo precedente, che il carbonio e l'idrogeno degli alimenti servono a combinarsi con l'ossigeno ed a produrre il calore animale; le più semplici osservazioni di fatti dimostrano che l'idrogeno degli alimenti gode un posto importante quanto il carbonio.

Nondimeno, per ben intendere i fenomeni della respirazione, esaminiamo un animale nello stato di astinenza completa. Questo animale continua a respirare come per lo innanzi, attinge sempre dell'ossigeno nell'aria ed esala dell'acido carbonico, del pari che il vapore dell'acqua. La sorgente che somministra questi prodotti non può essere dubbia, perchè noi vediamo diminuire nello stesso tempo il carbonio e l'idrogeno del corpo dell'animale. In fatti, come primo effetto della fame, noi osserviamo la sparizione del grasso; ma questo grasso non si rinviene nè nelle fecce solide, nè nelle orine; il suo carbonio e l'idrogeno sono stati evacuati per la cute e per li polmoni, sotto forma di combinazioni ossigenate; le parti costituenti di questo grasso hanno dunque servito alla respirazione.

Bisogna ricordarsi che un uomo assorbe alla giornata circa 1015 grammi di ossigeno; si può dunque giudicare della perdita considerevole a cui deve soggiacere un individuo affamato, poichè ciascuna respirazione gli fa perdere, per questo ossigeno, una parte del suo corpo.

Currie ha visto un malato, che non poteva ingojare, perdere nello spazio di un mese, più di 50 chilogrammi del suo peso. Lo stesso dotto riferisce ancora che un majale grasso, inghiottito da uno scoscendimento, perdè 60 chilogrammi dopo aver vissuto sotterra durante 160 * giorni (*f*).

19. La maniera di essere degli animali ibernanti, l'accumulo periodico dell'adipe in altre specie di animali, lo sparire totale di questo adipe in certe epoche della vita, molti altri fenomeni finalmente dimostrano che l'ossigeno, nella respirazione, non fa alcuna scelta, in quanto alle materie suscettibili di combinarsi con esso. Questo elemento si combina dunque con tutto ciò che gli vien presentato, e si può dire, nel caso in cui l'esalazione dell'acido carbonico è comparativamente piu forte di quella del vapore di acqua, che ciò proviene da mancanza d'idrogeno, poichè in generale alla temperatura abituale del corpo l'affinità dell'idrogeno per l'ossigeno sorpassa di molto l'affinità del carbonio per questo ultimo elemento.

L'esperienza ci dimostra in fatti che gli erbivori esalano un volume di acido carbonico eguale al volume dell'ossigeno assorbito, mentre ne' carnivori, la sola classe animale che mangia dell'adipe, si assorbe più ossigeno di quello che corrisponde all'acido carbonico esalato, ed anche in molti casi, si è verificato in questi ultimi una esalazione di acido carbonico eguale solamente alla metà del volume

---

* Martell, nelle *Transactions for the Linnean Society*, vol. XI, p. 411.

dell' ossigeno. Queste osservazioni sono concludentissime.

Negl' individui che soffrono la fame, non solamente il grasso sparisce a poco a poco, ma tutte le materie solide ancora finiscono col disciogliersi gradatamente. Vedete i cadaveri di quelli che muojono d' inanizione: sono dimagrati, i loro muscoli sono attenuati, rigidi e privi di contrattilità; tutti gli organi motori hanno servito a preservare gli altri tessuti dall' azione dell' atmosfera; finalmente, i principî medesimi del cervello hanno preso parte a questa ossigenazione; da ciò gli svenimenti, il delirio, e, come ultima conseguenza, la morte, vale a dire la cessazione di ogni resistenza all' ossigeno atmosferico, l' invasione delle azioni chimiche, della putrefazione, della combustione di tutte le parti del corpo.

La morte segue la inanizione più o meno prontamente, secondo lo stato di obesità dell' individuo, secondo il suo stato di movimento o di agitazione, e secondo la temperatura dell' aria; finalmente, essa dipende ancora dalla presenza o dalla mancanza di acqua, perchè, traspirando continuamente acquá per la pelle e per li polmoni, questo liquido essendo l' intermedio di tutti i movimenti del corpo, è chiaro che, venendo a mancare, deve accelerare la morte. Così si hanno degli esempi ne' quali, in seguito dell' uso non interrotto dell' acqua, la morte non ha avuto luogo se non a capo a venti giorni, ed in un caso solamente dopo due mesi (*g*).

20. Bisogna considerare ancora come causa della morte l' azione dell'atmosfera nelle malattie croniche. Allorchè le sostanze destinate al mantenimento del lavoro respiratorio sono esaurite, allorchè gli or-

gani del malato rifiutano di funzionare e perdono per conseguenza la facoltà di mettere gli alimenti nello stato che conviene alla loro combinazione con l' ossigeno , allora questi organi medesimi sono sagrificati , e l' ossigeno si porta sulla sostanza dei muscoli , sull' adipe , e finalmente sulla sostanza dei nervi e del cervello. Noi avremo più in là occasione di sviluppare questo fatto.

Dopo che le funzioni della pelle e del polmone soffrono una perturbazione , si osserva nelle orine la presenza delle sostanze più carbonizzate che comunicano loro ordinariamente un color bruno; allora l' ossigeno penetra a traverso tutti i pori per impadronirsi delle materie che non resistono alla sua azione , e ne' luoghi ove non ha accesso , per esempio alle ascelle , ai piedi , si osserva la secrezione de' corpi che colpisce i sensi per lo stato particolare o per l' odore di essi.

21. La respirazione è come il contropeso , o se si vuole , come la molle , che mantiene il movimento in un oriuolo ; i movimenti respiratori rappresentano le oscillazioni del pendolo per mezzo delle quali è regolato il suo cammino. Noi sappiamo prevedere con esattezza rigorosa i cambiamenti provocati nel giuoco dell' orologio per l' allungamento del pendolo o per le variazioni della temperatura, ma pochi conoscono , in tutta la sua estensione l' influenza che l' aria e la temperatura esercitano sulla salute dell' uomo , e nondimeno la ricerca di queste condizioni non è più difficile , a quanto mi sembra , di quella delle leggi che regolarizzano il movimento di un orologio.

Digitized by Google

CAPITOLO V.

Confutazione delle antiche teorie.

22. False idee sulla natura delle forze, e dei loro effetti avean condotto i fisiologi ad attribuire al sistema nervoso la produzione del calore animale. Questa opinione escludeva, come condizione degli effetti nervosi, la metamorfosi chimica delle sostanze organiche, essa faceva dunque nascere il moto da se solo, cosa assolutamente impossibile, poichè ogni effetto aver dee una causa.

Certamente niuno saprebbe seriamente negare la parte dell'apparecchio nervoso nell'atto respiratorio; senza i nervi l'organismo non può soggiacere ad alcuna specie di cambiamento, essi servono d'intermezzo a tutti i movimenti. Sotto la loro influenza le intestina preparano le sostanze destinate alla produzione del calore animale per mezzo della loro combinazione con l'ossigeno; e dacchè cessano le funzioni nervose, l'assorbimento dell'ossigeno prende immediatamente altra forma.

Questa verità trovasi appoggiata ad un gran numero di osservazioni. Si son visti dei cani ai quali si era fatta la sezione della protuberanza anulare del cervelletto, o che aveano ricevute delle contusioni alle tempie ed all'occipite, continuare per qualche tempo a respirare, sovente anche più attivamente che nello stato di salute; la circolazione si attivava ne' primi momenti, poi si raffreddavano, come se una morte improvvisa gli avesse colpiti, ed in fine morivano.

Esperienze simili sono state fatte nella sezione della midolla spinale e de' nervi pneumo-gastrici. I movimenti respiratori si succedevano ancora durante qualche tempo, ma l' ossigeno non trovava più nel suo passaggio le sostanze con le quali si era combinato nello stato normale del corpo, perchè gli organi addominali che erano stati paralizzati, non potevano più offrirgliene.

È facile di osservare che questa singolare opinione sul posto de' nervi nella calorificazione traeva la sua origine in quest' altra ipotesi, che ammetteva la trasformazione diretta nel sangue, dell' ossigeno in acido carbonico. Se ciò fosse, si sarebbe dovuto vedere necessariamente, nell' esperienze precedenti, crescere la temperatura del corpo degli animali.

Nella stessa guisa che la sezione de' nervi pneumo-gastrici arresta il movimento dello stomaco, e, per conseguenza, la secrezione del succo gastrico, vale a dire mette termine al lavoro digestivo; così ancora la paralisi degli organi addominali imprime un' altra direzione all' atto respiratorio, perchè la respirazione e la digestione hanno tra esse dei ligami più intimi e dipendenti gli uni dagli altri.

25. Si era osservato che si svolge calore per la contrazione de' muscoli, presso a poco come ne emette un pezzo di gomma elastica bruscamente stirato, e questa osservazione era stata bastevole per fare attribuire una parte del calore animale ai movimenti meccanici del corpo. Ma, abbracciando questa opinione, non si era riflettuto che i movimenti non potevano prodursi soli senza un certo dispendio di forza cagionato da essi.

Allorchè il carbone brucia nell' ossigeno, allorchè

un metallo si scioglie in un acido, allorchè le due elettricità si combinano si produce del calore. Ma si sviluppa ancora del calore per l' attrito rapido di un corpo sopra un altro.

Così, per una folla di cause intieramente differenti, non possiamo produrre lo stesso effetto; osserviamo bene che, in tutti i fenomeni, vi ha sempre a considerare la materia che soggiace alle trasformazioni, che riceve un movimento nuovo, che opera finalmente sopra i nostri sensi in un modo particolare, secondo la natura della forza alla quale deve il suo movimento; essendo dunque questa materia per la quale si manifesta l' effetto, bisogna ben distinguerla dalla forza.

Il fuoco, sito sotto una caldaja a vapore, può produrre ogni specie di movimento; similmente una data quantità di movimento può alla sua volta, produrre del fuoco.

Un pezzo di zucchero stropicciato su di una raspa soffre alle facce del contatto la stessa trasformazione che patirebbe da un calore elevato. Due pezzi di ghiaccio stropicciati l' uno contro l' altro si liquefano nel punto ove si toccano.

Finalmente aggiungiamo a ciò che fisici di prim' ordine considerando i fenomeni calorifici come semplici fenomeni di moto, e non potendo concepire che una materia è questa imponderabile, la credon sorta per effetto di causa meccanica, attrito o movimento.

24. Fatta astrazione de' perturbamenti provocati nelle funzioni animali, da certe azioni elettriche o magnetiche, bisogna dunque ammettere come causa primitiva di queste funzioni, le metamorfosi chimiche a cui han soggiaciuto le sostanze alimentari sot-

to l' influenza dell' ossigeno; le parti degli alimenti che non soffrono nell' organismo questa combustione progressiva, sia perchè sono incombustibili, sia perchè circostanze particolari impediscono loro di bruciare, queste parti appunto sono rigettate dalla economia sotto forma di escrementi.

Ora, è impossibile che una data quantità di carbonio o d' idrogeno per le forme successive che prende nella economia prima d' essere definitivamente bruciata, svolga più calore di quello che ne produce bruciando direttamente nell' aria o nell' ossigeno.

Allorchè poniamo il fuoco sotto una caldaja a vapore, e che utilizziamo la forza ottenuta per produrre del calore mediante l' attrito, questo calore non potrà giammai essere più grande di quello che è abbisognato per riscaldare la caldaja; parimenti, il calore prodotto col favore di una corrente galvanica, non potrà, in alcuna circostanza, sorpassare quello che ha sviluppato lo zinco per mezzo della sua dissoluzione nell' acido, vale a dire determinando la corrente galvanica.

Lo stesso deve dirsi relativamente ai fenomeni organici. La contrazione de' muscoli sviluppa del calore, ciò è vero, ma la causa primitiva di questo sviluppamento di calore, di questo movimento, è necessariamente la metamorfosi chimica della sostanza de' muscoli contratti.

Un metallo che si discioglie in un acido fa nascere una corrente elettrica; questa corrente, diretta a traverso un filo di ferro, lo trasforma in calamita, e questa, alla sua volta, produce effetti differenti; noi attribuiamo allora la causa de' fenomeni magnetici al galvanismo, e la causa degli

effetti galvanici alla metamorfosi chimica del metallo.

Diciamo dunque, riassumendo, che forze del tutto indifferenti possono produrre lo stesso effetto; una molle tesa, una corrente d'aria, un getto d'acqua, il fuoco d'una caldaja a vapore, un metallo che si discioglie in un acido, son queste tante forze diverse, per mezzo delle quali può venir provocato lo stesso moto. Ma il corpo dell'animale non contiene che una forza unica, oltre quella di essenza divina, è questa forza unica, causa primitiva di tutt' i movimenti, e, come noi dicemmo, la metamorfosi chimica delle sostanze alimentari, sotto l'influenza dell'ossigeno. La sola causa conosciuta dell' attività vitale, negli animali come nelle piante, è dunque un' azione puramente chimica; allorchè quest' azione è contrariata, i fenomeni vitali prendono un' altra forma; allorchè viene completamente arrestata, questi fenomeni cessano di compiersi.

25. Secondo le esperienze di Despretz, 1.° gramma di carbonio sviluppa, per mezzo della sua combustione, tanto calore, quanto basta per portare 105 grammi d'acqua a 75°, così in tutto 105 volte 75°, vale a dire 7873 gradi di calore. I 435 grammi di carbone che si trasformano in una giornata, in acido carbonico, nel corpo di un uomo adulto, sviluppano per conseguenza 435 volte 7875 gradi, vale a dire 3425625 gradi di calore. Ora, con questa quantità di calore, si può portare alla stessa temperatura un gramma di acqua, o pure portare all' ebollizione 34, 2 chilogrammi di acqua; o pure riscaldarne a 37° 92, 5 chilogrammi; od

infine ridurre in vapore 6 chilogrammi d' acqua a 37.°

Il corpo dell' uomo esala per mezzo della pelle e de' polmoni, nello spazio di 24 ore, 1500 grammi di vapore aqueo; la quantità di calore necessaria alla evaporazione di quest' acqua, essendo dedotta dal numero precedente, restano ancora 162093 gradi di calore, che il corpo perde per lo raggiamento, per lo scaldamento dell' aria esalata dalle fecce e dall' orina.

Non si è tenuto conto in questi calcoli, del calore prodotto dalla combustione dell' idrogeno; bisogna ricordarsi ancora che il calore specifico delle ossa, dell' adipe e degli organi in generale, è minore di quello dell' acqua, vale a dire che per essere portati a 37°, esigono minor calore di un peso eguale di acqua. Essendo tutto ciò preso in considerazione, non può esservi dubbio che il calore prodotto nell' organismo dagli atti della combustione, non basta interamente a mantenere nel corpo degli animali una temperatura costante, ed a mantenervi ancora la traspirazione.

26. L' esperienze fatte sino al presente da fisici sulla quantita di ossigeno che un animale consuma in un dato tempo, non valgono gran fatto, e conseguentemente bisogna rigettare le conclusioni ricavate da queste esperienze in favore della produzione del calore animale; perchè questa quantità di ossigeno varia secondo la temperatura, la densità dell' aria, lo stato di moto, o di agitazione dell' individuo, varia secondo la quantità e qualità degli alimenti consumati, secondo la natura delle sue vestimenta, e finalmente secondo il tempo impiegato per consumare gli alimenti.

Perciò i prigionieri del penitenziario di Marien Schloss consumano alla giornata circa 328 grammi di carbonio; quelli della casa d'arresto di Giessen, e che sono interamente privi di moto, non ne consumano più di 265 (*Doc*. V). In una casa di mia conoscenza, e che è composta di nove persone, di cui quattro fanciulli e cinque adulti, ciascun individuo consuma, termine medio, 297 grammi di carbonio *.

Si può ammettere approssimativamente che le quantità di ossigeno assorbito sono nel rapporto di questi numeri, ma bisogna bene osservare che l'uso della carne, del vino, e dell'adipe li modifica in seguito della combustione dell'idrogeno di questi alimenti, che, trasformandosi in acqua, produce un' assai più grande quantità di calore, di uno stesso peso di carbone in combustione.

27. Relativamente alla determinazione della quantità di calore sviluppata da un animale, per una data consumazione di ossigeno, l'esperienze che vi si son ricavate, non hanno maggior valore di quelle di cui ho parlato. Vediamo infatti come furon queste praticate: si fecero respirare degli animali in ispazî chiusi, circondati d'acqua fredda, e di cui si valutava la temperatura, col favore di un ter-

* In questa casa si consumano per ogni mese 75 1/2 chilogrammi di pane bigio, 35 chilogrammi di pane bianco, 66 chilogrammi di carne, 9 1/2 chilogrammi di zucchero, 8 chilogrammi di burro, 57 litri di caffè. Conto per gli escrementi i legumi le patate, la cacciaggione, il pollame, e 'l vino.

mometro per paragonarla con quella del mezzo ambiente; di più, si determinò per mezzo dell' aria entrata, e di quella uscita, la quantità dell' ossigeno sparito, e dell' acido carbonico prodotto. Queste esperienze diedero questo risultamento, che gli animali perdevano più calore di quello che non corrispondeva all' ossigeno consumato, e questo eccesso si elevava anche ad 110 *.

È chiaro che se si fosse intercettata la respirazione degli animali, dopo averli situati nell' apparecchio, si sarebbe visto similmente l' acqua del calorimetro ricever calore, senza che vi fosse stata consumazione di ossigeno. Nell' esperienze di Despretz, la temperatura dell' animale era di 38, e quella dell' acqua del calorimetro di 8, 5. Secondo me, quete esperienze provano semplicemente che allorquando i è una grande differenza tra la temperatura del mezzo ambiente e quella del corpo privo di movimento, il calore svolto dal corpo è più forte di quello prodotto dalla combustione dell' ossigeno; perchè se gli animali possono muoversi liberamente, essi aspirano, nello stesso tempo, assai più ossigeno, conseguentemente la perdità di calore, vale a dire la differenza della temperatura del loro corpo su quella del mezzo è meno grande.

Questa differenza di temperatura è soprattutto sensibile per l' uomo e per gli animali in certe stagioni; noi esprimiamo questo stato dicendo di aver freddo. Similmente, per esempio, un uomo che sarebbe

---

* Secondo Despretz; questo eccesso sarebbe di un 5. secondo Dulong.

inviluppato da un vestimento metallico, e che avrebbe piedi e mani ligate, perderebbe assai più calore consumando la stessa quantità di ossigeno, di quello che se fosse vestito di lana o di pellicce, ed anche in quest' ultimo caso, suderebbe, vale a dire che uscirebbe l'acqua calda, come da una sorgente, dai pori esili della sua pelle.

Aggiungiamo a ciò di esserci assicurati mediante esperienze precise che, per gli animali mantenuti in una posizione incomoda, per esempio coricati sul dorso, la temperatura del corpo diminuiva sensibilmente, e la nostra opinione sarà certamente divisa.

Lo ripetiamo, niuna dell' esperienze che si erano invocate dimostrano nel corpo degli animali altra sorgente di calore diversa da quella del lavoro respiratorio.

*

Digitized by Google

CAPITOLO VI.

Composizione del sangue.

28. Se, da una parte, si dinota sotto il nome di *vita nervosa* la produzione delle forze o del moto, e, dall' altra parte, sotto quello di *vita vegetativa* la resistenza opposta a questo movimento o lo stato dell' equilibrio delle forze, è chiaro che nella giovine età la vita vegetativa deve, in tutte le classi animali, dominare la vita nervosa.

Il passaggio delle materie in moto allo stato di riposo si manifesta per un aumento di massa, per una restituzione delle sostanze consumate; il moto, la produzione delle forze, consiste in un consumo di sostanze. Questo consumo è nel giovine animale più debole dell' accrescimento della sua massa.

La vita vegetativa è ancora più intensa nella femmina, e questo stato di preponderanza persiste anche più lungamente che nel maschio, ove cessa da che gli organi hanno attinto il loro completo sviluppamento; in fatti, l'animale femmina, divenendo, in certe epoche dell' anno, suscettibile di riprodurre la sua razza in seguito del complemento di alcune condizioni particolari di temperatura o di alimentazione, la vita vegetativa si esalta necessariamente presso lei; la femmina produce allora più che non consuma essa stessa.

La propagazione della razza umana non è soggetta a queste condizioni esterne, esse non influiscono adunque sulla vita vegetativa della donna; più, dacchè i suoi organi sono sviluppati, la femmina è, in

tutte le stagioni, suscettibile di riproduzione, ella può concepire ad ogni epoca dell'anno; una sapienza infinita ha posto nel suo corpo la facoltà di produrre, sino ad un certo periodo della vita, tutti i principî de' suoi organi in più grande quantità che non sono necessarî alla riparazione delle perdite sofferte pel suo proprio organismo. Questi principî devono naturalmente contenere tutti gli elementi di un essere simile alla madre; essi crescono a poco a poco e sono evacuati periodicamente, sino a che trovano dell' impiego.

Da che l' uovo è fecondato, l'evacuazione di questi principî cessa; allora ciascuna goccia di sangue prodotta in più dalla madre è modellata da essa per la formazione di un nuovo organismo simile al suo.

Troppo moto o molti sforzi diminuiscono la quantità di sangue escreta ne' mestrui. Nella soppressione morbosa delle regole, la preponderanza della vita vegetativa si dichiara mediante una formazione anormale di adipe. Lo stesso si osserva negli uomini, ove la vita vegetativa non è più in equilibrio con la nervosa; perciò, dopo che l' intensità di questa, come ne' castroni, è diminuita, allora l' altra si manifesta similmente per mezzo di una soprabbondanza di adipe.

29. Se si stabilisce per principio che l' accrescimento del corpo, lo sviluppamento de' suoi organi, la riproduzione della specie si fanno dagli elementi del sangue, egli è evidente che non potrà darsi il nome di alimenti se non ai corpi suscettibili di sanguificarsi. Per sapere quali sono le materie capaci di trasformarsi in sangue, bisogna dunque esaminare la composizione degli alimenti e paragonarla con quella di questo liquido.

Due materie sono da considerarsi come parti essenziali del sangue ; una , il *grumo* o *cruore* , se ne separa dopo che vien sottratto alla circolazione ; ognuno in fatti sa che il sangue si coagula col riposo ; la parte liquida è giallastra e porta il nome di *siero*. Allorchè si agita , o si sferza il sangue a misura che sorte dai vasi , la separazione di queste due parti fassi meglio ; il grumo si attacca allora ai virgulti nello strato di fili molli ed elastici , ciò non è altro che la *fibrina* , identica in tutte le sue proprietà alla fibra muscolare , purificata di materie estranee. Un' altro principio chimico è contenuto nel siero ; si è l' *albumina* , identica all' albume dell' uovo e comunicante in fatti al sangue le proprietà del bianco dell' uovo. Si coagula per mezzo del calore , dando una massa bianca ed elastica.

La fibrina e l' albumina, questi principî essenziali del sangue , contengono in tutto sette elementi chimici , tra i quali si osserva l' azoto , il fosforo e lo zolfo , del pari che gli elementi delle ossa. Trovasi in dissoluzione nel siero , del sal marino ed altri sali a base di potassa e di soda , e formati dall' acido carbonico , dall' acido fosforico e da quello solforico. I globuli sanguigni contengono della fibrina e dell' albumina, del pari che una materia rossa colorante , nella quale entra sempre il ferro come parte costituente. Finalmente oltre questi corpi , il sangue contiene ancora, in piccola quantità, alcuni corpi grassi , e che differiscono dai grassi ordinarî per molte proprietà.

30. L' analisi chimica ha condotto a questo notevole risultamento che l' albumina e la fibrina contengono gli stessi elementi organici , uniti tra essi nelle stesse proporzioni di pesi , talmente che facen-

do, per esempio due analisi, una di fibrina e l'altra di albumina, non si otterrebbe, per la composizione centesimale di questi corpi più differenza di quella che si otterrebbe per due analisi fatte sopra una stessa fibrina o sopra una stessa albumina. La differenza delle loro proprietà dimostra che gli elementi sono diversamente aggruppati in questi due principî; ma sono identici nella loro composizione.

Questo fatto è stato recentissimamente confermato, in un modo diretto, da un dotto fisiologo, Denis, il quale è pervenuto artificialmente a trasformare la fibrina in albumina, vale a dire a comunicare alla prima i caratteri di solubilità e di coagulabilità che distinguono il bianco d'uovo.

Oltre la identità di composizione, questi due principî dividono ancora questa proprietà chimica, che si disciolgono cioè tuttaddue nell'acido idroclorico con un colore blu d'indaco cupo, e danno così un liquido che si comporta nella stessa maniera con tutti i reattivi.

Nel lavoro vitale, l'albumina e la fibrina del sangue possono, l'una e l'altra, divenire fibra muscolare, e reciprocamente la sostanza de' muscoli può trasformarsi di nuovo in sangue. I fisiologi sono da lungo tempo di accordo su questo punto, ma apparteneva alla chimica di dimostrare che queste metamorfosi si fanno, per l'uno e per l'altro corpo, senza l'intervento di alcun estraneo elemento, vale a dire senza che nulla si aggiunga ad essi stessi.

31. Paragoniamo intanto la composizione dei diversi tessuti animali con quella dell'albumina e della fibrina.

Tutte le parti del corpo che posseggono una forma definita, che appartengono per conseguenza ad

organi, contengono dell' azoto. Niuna parte di organo dotata di movimento e di non è priva di questo elemento; tutte contengono, inoltre, del carbonio e degli elementi dell' acqua, queste ultime però non vi sono giammai nelle proporzioni dell' acqua.

I principî essenziali del sangue contengono sensibilmente 17 per cento di azoto; questa stessa quantità si trova in tutte le parti degli organi (*Doc.* VII).

Le sperienze più concludenti hanno dimostrato che l' economìa animale è incapace di creare alcun elemento chimico; essa non può produrre nè carbone nè azoto con sostanze ove mancano questi elementi. È dunque evidente che tutte le sostanze alimentari destinate alla sanguificazione o alla formazione dei tessuti, delle membrane, della pelle, dei peli, dei muscoli, che tutti gli alimenti, noi diciamo, devono contenere una certa proporzione di azoto, entrando questo elemento nella composizione degli organi, e ciò deve essere non solo perchè gli organi non possono creare dell' azoto con altri elementi, ma ancora perchè l' azoto dell' atmosfera non trova impiego nel lavoro vitale.

Il cervello ed i nervi contengono una grande quantità di albumina, del pari che due acidi grassi particolari, contenenti del fosforo (forse dell' acido fosforico). Secondo Fremy, uno di questi acidi grassi contiene dell' azoto.

Finalmente l' acqua e 'l grasso costituiscono i principî non azotati dell' economìa animale. Tuttaddue sono sprovisti di forma e prendono parte al lavoro vitale sin tanto che servono di mezzo tra le diverse funzioni.

In quanto ai principî minerali contenuti nell' organismo animale, sono rappresentati dalla calce, dal ferro, dalla magnesia, dal sal marino e dagli alcali.

CAPITOLO VII.

Composizione degli alimenti vegetabili azotati.

32. I carnivori sono, tra tutti gli animali, quelli che, nella nutrizione, seguono il cammino più semplice. Essi vivono del sangue e della carne degli erbivori e de' granivori; ora, questo sangue e questa carne sono identici, in tutte le loro proprietà, al sangue ed alla carne de' carnivori stessi; non vi è, a questo riguardo, alcuna differenza chimica o fisiologica.

Gli alimenti dei carnivori derivano dunque dal sangue; questi alimenti si liquefanno nello stomaco e possono allora essere trasportati nelle altre parti del corpo; ritornano essi sangue, e questo, in seguito delle metamorfosi continue a cui va soggetto, ripara tutte le perdite sofferte dalla economia. Salvo le unghie, i peli, le piume e la sostanza delle ossa, niuna parte degli alimenti de'carnivori resiste all'assimilazione.

Chimicamente parlando, si può dire che i carnivori consumano se stessi per mantenere le funzioni vitali; ma precisamente ciò che loro serve di nutrimento è identico alle parti che gli organi devono riparare.

33. La nutrizione degli erbivori si presenta, in

apparenza altrimenti; i loro apparecchi digestivi sono meno semplici, ed i loro alimenti consistono in materie vegetabili che non contengono proporzionatamente che poco azoto. Quali sono allora, si può dimandare, le materie da cui si forma il sangue degli erbivori, quali sono le sostanze da cui si sviluppano i loro organi?

Questa quistione può essere risoluta in un modo molto preciso.

Infatti, risulta dalle ricerche chimiche, che tutte le parti vegetabili serventi di nutrimento agli animali, contengono certi principî molto azotati, e l'esperienza giornaliera dimostra che gli animali esigono, pel loro mantenimento, tanto meno di parti vegetabili, per quanto queste sono più ricche in principî azotati; allorchè l'azoto vi manca, le parti vegetabili non li nutriscono.

Questi principî azotati si rincontrano soprattutto nel grano de' cereali, ne' piselli, nelle fave, nelle lenti, ed in certe radici, e nel succo de' nostri legumi; del resto non mancano completamente, nè in alcuna pianta, nè in alcuna delle sue parti.

Possono, in generale, ridursi a tre corpi facili a distinguersi pel loro carattere; due di essi sono solubili nell'acqua, il terzo non vi si discioglie.

34. Allorchè si abbandona a se stesso un succo vegetabile recentemente espresso, vi si depone a capo a qualche minuto un precipitato gelatinoso, ordinariamente di color verde, e che, trattato per mezzo di certi liquidi destinati a togliergli la materia colorante, lascia finalmente una materia di un bianco tendente al grigio. È questo uno degli alimenti azotati degli erbivori; esso à ricevuto il nome di *fibrina vegetabile*. Il succo delle graminacee

soprattutto è caricato di questo principio; si rincontra in abbondanza nel fromento, ed in generale in tutt' i cereali. Alcune operazioni semplicissime bastano per estrarlo dalla farina del primo, in uno stato di purezza grandissima. Così ottenuto porta il nome di *glutine*; ma è da notarsi che la viscosità che lo caratterizza non gli è inerente, ma che proviene dal miscuglio di una materia viscida che manca nel grano degli altri cereali.

La fibrina vegetabile, come indica di già il processo della sua estrazione, è insolubile nell' acqua; nondimeno essa è dapprima in dissoluzione nel succo della pianta vivente, e non se ne separa che più tardi, come è il caso della fibrina del sangue.

35. L' altro alimento azotato trovasi egualmente in dissoluzione nel succo delle piante, ma se ne separa alla temperatura ordinaria, e solamente quando è portato allo stato di ebollizione.

Così quando fassi bollire dopo aver chiarificato il succo di un legume, per esempio del cavolfiore, degli asparagi, de' navoni o delle rape, vi si produce un coagulo impossibile a distinguersi, nè per i suoi caratteri esterni nè per altre proprietà, dal corpo che si separa dallo stato di coagulo per la ebollizione del siero del sangue, o del bianco d' uovo disciolto con acqua. È questa dunque l' *albumina vegetabile*, essa ritrovasi soprattutto in grande quantità in certe sementi, nelle noci, nelle mandorle, ed in altre che, invece di contener della fecula, come il grano de' cereali, tengono in cambio dell' olio, o delle materie grasse.

36. Finalmente il terzo alimento azotato ed elaborato dalle piante, costituisce la *caseina vegetabile*. Essa rincontrasi particolarmente nel pericarpio

de' piselli, delle fave e delle lenti; solubile nell' acqua, come l' albumina vegetabile; va distinta in ciò che la sua dissoluzione non vien coagulata dal calore. Durante l' evaporamento, questa dissoluzione si covre d' una pellicina, la quale si coagula similmente, come il latte degli animali, per l' addizione degli acidi.

Questi tre principî, fibrina, albumina e caseina vegetabile, sono i veri alimenti azotati degli erbivori. Sovente le piante contengono ancora altre sostanze azotate, qualche volta velenose o medicamentose, ma esse son mischiate agli alimenti in proporzione sì debole, che non saprebbero contribuire allo sviluppo del corpo.

37. Risulta dall'analisi chimica di questi principî, che contengono tutti e tre gli stessi elementi, uniti nelle stesse proporzioni, e, ciocchè è ancora più notevole, hanno identicamente la stessa composizione dei principî essenziali del sangue, della fibrina e dell'albumina. Tutti e tre si sciolgono, come questi, nell'acido idroclorico concentrato con un colore blu d'indaco, ed anche la fibrina e l'albumina vegetabili dividono tutte le proprietà fisiche della fibrina e dell'albumina animali; non solamente questa identità di composizione si presenta per gli elementi organici che costituiscono questi principî, ma essa si estende ancora sino alle proporzioni del fosforo, dello zolfo, della sostanza calcare, e dell'alcali (*Doc.* VIII).

Si è veramente sorpreso, riflettendo a ciò, di vedere l' ammirevole semplicità con la quale procede lo sviluppamento dell'organismo animale. Le sostanze vegetabili che gli animali impiegano a produrre del sangue contengono, belli e fatti, i principî essenziali di questo liquido; oltre a ciò, le piante con-

tengono tutte una certa quantità di ferro che si rinviene nella parte colorante del sangue.

Checchè ne sia dell' origine, che vengano dalle piante o dagli animali, la fibrina e l'albumina presentano a pena qualche differenza di forma. Allorchè queste sostanze mancano negli elementi, la nutrizione non può compiersi nell' animale; allorchè al contrario esse vi si trovano, l'erbivoro, consumandole, riceve le stesse materie di quelle che il carnivoro esige per suo mantenimento.

L' economìa vegetabile elabora dunque il sangue di tutti gli animali, perchè, a parlar propriamente, la carne e 'l sangue degli erbivori, consumati dai carnivori, non sono altra cosa che le sostanze vegetabili di cui i primi si erano nutriti. In fatti, la fibrina e l' albumina vegetabili prendono, nello stomaco dell' erbivoro, assolutamente la stessa forma che ricevono, nello stomaco del carnivoro, la fibrina e l' albumina animali.

Diciamo in conseguenza per riassumere, che lo sviluppamento dell' organismo, il crescere dell' animale è soggetto alla preensione di certe sostanze identiche ai principî essenziali del suo sangue. L'economìa animale non crea il sangue che sotto il rapporto della forma, essa non ne saprebbe produrre con corpi i quali non contenessero già principî costitutivi; nondimeno non è perciò priva della facoltà di produrre altre combinazioni; in vece al contrario, determina la formazione di una gran serie di corpi, differenti per la loro composizione dai principî del sangue, ma è precisamente il punto di partenza di questa serie, i principî del sangue stesso, che la vegetazione sola ingenera.

L' organismo animale può essere considerato come

una pianta superiore, che si sviluppa a spese delle materie, come la pianta ordinaria; da che questa à portato i grani, muore o almeno compie uno dei periodi della sua vita.

Non esiste alcun vuoto, alcuna interruzione in questa serie infinita che comincia dai principî nutritivi delle piante, vale a dire dall'acqua, dall'acido carbonico e dall' ammoniaca, per elevarsi sino ai principî più complessi del cervello. L' ultimo prodotto dell attività creatrice delle piante costituisce la prima sostanza alimentare del regno animale.

In quanto alla sostanza delle cellule, delle membrane, de' nervi e del cervello, le piante non ne producono affatto.

Colui che si maravigliasse di vedere i vegetabili creare i principî del sangue, non dovrebbe che ricordarsi essere bello e formato il grasso di bue o di montone nelle semenze del cacao, il grasso umano trovarsi nell' olio di ulive, il burro di vacca essere identico a quello di palma, e tutt' i grani oleacei finalmente contenere e grasso umano ed olio di pesce.

CAPITOLO VIII.

Composizione del latte.

38. Non si saprebbe affatto, da ciò che precede, avere il minimo dubbio sulla maniera con cui avviene il crescere degli organi negli animali. Ma ci resta ancora un'altra quistione a sapere, quella cioè in che consista nell'economia animale, il posto delle sostanze non azotate, vale a dire dello zucchero, dell'amido, della gomma, della pettina.

Gli erbivori non possono vivere senza queste sostanze, e se questi animali non ne trovano una certa quantità ne' loro alimenti, le loro funzioni vitali si arrestano prontamente; lo stesso deve dirsi de' carnivori considerati nel primo periodo della loro esistenza, perchè allora il nutrimento di essi contiene sempre certi principî, de' quali l' organismo non ha più bisogno per la sua conservazione, sviluppato che sarà completamente.

Nella giovine età, i carnivori si nutriscono evidentemente nella stessa maniera degli erbivori; il loro accrescimento è sottomesso alla preenzione di un liquido particolare, il latte, cioè, il quale è secregato nel corpo della madre.

Il latte non contiene, se non un sol principio azotato, ed è la materia caseosa, o *caseina*; oltre a ciò contiene principalmente una materia grassa, cioè il *burro* ed una materia zuccherina il *zucchero di latte* o *lattina*.

Il principio azotato del latte costituisce necessariamente la materia prima da cui si formano il san-

gue dell' animale, i muscoli, il tessuto cellulare i nervi e le ossa, perchè nè il burro, nè lo zucchero di latte contengono azoto.

39. L' analisi chimica ha portato a questo notevole risultamento, il quale dall' altra parte non deve sorprenderci, dietro ciò che abbiam visto precedentemente, che la composizione della caseina, è identica a quella della fibrina e dell'albumina, i due principî essenziali del sangue, e, ciò ch' è più, le proprietà di questa caseina sono assolutamente le stesse della caseina delle piante. Si può dunque dire che certe piante, come i piselli, le fave, le lenti, generano lo stesso corpo che nasce dal sangue della madre, e da cui si forma il sangue del giovine animale (*Doc.* IX).

La caseina si distingue sopratutto dalla fibrina, e dall' albumina per la sua grande solubilità, e per la sua non coagulabilità sotto l' influenza del calore. Il giovine individuo ricevendo la caseina, non riceve a parlar propriamente, se non il sangue della madre; allorchè la caseina si trasforma in sangue, ciò avviene senza l' intervento di un terzo corpo, e reciprocamente nulla si separa de' principî del sangue della madre, allorchè questo sangue si converte in caseina.

La caseina del latte contiene, in combinazione chimica, assai più sostanza ossea del sangue stesso, e questa sostanza ossea vi si trova in uno stato di soluzione estrema, di maniera che può essere trasportata facilmente in tutte le parti del corpo. Così, per mezzo del latte il giovine animale riceve alla volta tutt' i principî organici, e tutt' i principî minerali necessarî alla formazione del sangue e delle ossa.

40. Quali sono allora le funzioni dello zucchero,

e della materia grassa del latte? Perchè questi corpi sono indispensabili alla vita?

Nè il burro, nè lo zucchero contengono basi fisse, essi non contengono nè calce, nè soda, nè potassa. Lo zucchero di latte possiede una composizione analoga a quella de' zuccheri ordinarî, dell'amido e della gomma; nello stesso modo di queste materie tiene carbone ed elementi dell' acqua, e questi ultimi nella proporzione dell' acqua.

Allorchè l' animale consuma questi due principî non azotati, si aggiunge dunque a quelli azotati a lui offerti una certa quantità nel tempo stesso di carbonio, o, nel caso in cui prende burro, una certa quantità di carbonio e d' idrogeno; l' animale consuma dunque un eccesso di elemento, eccesso che non saprebbe servire alla sanguificazione, poichè, come dicemmo, gli alimenti azotati contengono e quantità di carbonio necessarie alla formazione della fibrina e dell' albumina.

I ragionamenti che noi facciamo dimostrano che questo eccesso di carbonio, o di carbonio e d' idrogeno serve unicamente alla produzione del calore animale, vale a dire ad opporre una resistenza all' azione esterna dell' ossigeno.

CAPITOLO IX.

Composizione degli escrementi.

41. Consideriamo, per intendere nettamente il modo di nutrizione delle due classi degli animali, le trasformazioni a cui van soggetti gli alimenti nell'organismo di un carnivoro.

Si dà a mangiare ad un serpe adulto, una capra, un coniglio, un uccello; i peli, le unghie, le piume e le ossa di questi animali sono dal serpente rigettati, senza avere in apparenza provato cambiamento di sorta, perchè osservasi in queste parti la loro forma e tessitura naturale; solamente son più rigide, avendo perduto l'unico principio solubile che contenevano, vale a dire la materia gelatinosa. I serpi, nella stessa guisa degli uccelli carnivori, non escreano vere fecce. Il serpente ripiglia a poco a poco il suo peso primitivo; trovasi allora che la carne, il grasso, il sangue, le parti cerebrali e nervose dell'animale da esso consumate, sono sparite completamente. Il solo escremento che evacua dalle vie orinarie, è una materia bianca nello stato secco, come la creta, molto azotata e mista di carbonato e di fosfato di calce.

Questo escremento non è altra cosa che urato di ammoniaca, combinazione chimica, in cui l'azoto si trova col carbonio nello stesso rapporto che nel carbonato acido di ammoniaca; esso contiene un equivalente di azoto per due equivalenti di carbonio.

Ora la fibra muscolare, il sangue, le membrane, i tessuti dell' animale consumato contenevano per la stessa quantità d' azoto, quattro volte tanto di carbonio, vale a dire, 8 equivalenti; se si aggiunge a ciò il carbonio del grasso, della sostanza nervosa e del cervello di questo animale, egli è evidente che il serpe avrà assimilato, per un equivalente di azoto assai più di 8 equivalenti di carbonio. Supponiamo intanto che l' urato d' ammoniaca contenga tutto l' azoto dell' animale consumato, noi vediamo che mancano agli escrementi sei equivalenti di carbonio; questo carbonio sarà stato rigettato sotto altra forma de' due equivalenti di carbonio trovati negli escrementi.

Questa forma ci è nota. Noi sappiamo in un modo positivo che il carbonio mancante è stato evacuato dal pulmone e dalla pelle sotto forma di una combinazione ossigenata.

Gmelin e Tiedemann han fatta l' analisi degli escrementi, estratti dalla cloaca di un falco nutrito col manzo; essi li hanno egualmente trovati composti di urato di ammoniaca.

Similmente si sa che gli escrementi del lione e del tigre sono secchi, ed in piccola quantità; contengono nella più gran parte sostanza ossea e tracce solamente di materie carbonate. L' urina di questi animali non contiene urato d' ammoniaca, ma vi è dell' urea sostanza che contiene dell' azoto e del carbonio nelle proporzioni del carbonato neutro d' ammoniaca. Essi si nutriscono di carni, e noi sappiamo che l' azoto vi è al carbonio nel rapporto di **1** : 8; ora, nell' orina, questi due elementi non si ritrovano che nel rapporto di **1** : **1**; vi à dunque in questo liquido una proporzione di carbonio minore

di quella degli escrementi de' serpenti ; ciò che trova la spiega , perchè in quest' ultimi la respirazione è assai meno attiva.

Tutto il carbonio e tutto l' idrogeno che contengono gli alimenti di questi animali, di sopra la quantità ritrovata ne' loro escrementi, tutto questo eccesso sparisce mediante l' atto respiratorio nello stato di acqua e di acido carbonio.

Se si bruciasse in un fornello l' animale consumato di questi carnivori , le trasformazioni sarebbero le stesse , solamente vi sarebbe qualche differenza nella forma de' nuovi prodotti azotati, si otterrebbe l' azoto nello stato di carbonato d' ammoniaca , e 'l restante di carbonio in quello di acido carbonico, e 'l restante dell' idrogeno nello stato di acqua. Le parti incombustibili darebbero le ceneri , e quelle non bruciate del sego. Ora , gli escrementi solidi non sono altra cosa delle parti alimentari che non possono bruciarsi da per se nell' organismo , o che non vi sono che imperfettamente bruciate.

42. Ammetteremo per conseguenza , che per l' azione dell' ossigeno che penetra nell' organismo a traverso la pelle de' polmoni , il carbonio degli alimenti consumati si trasforma in acido carbonico, mentre l' azoto si unisce ad una parte dell' idrogeno per essere rigettato sotto la forma di una combinazione contenente gli elementi del carbonato di ammoniaca.

La nostra supposizione non è vera , se non quando si considera il fenomeno nel suo insieme. È certissimo che il corpo riprende il suo peso primitivo a capo a qualche tempo , e che non contiene nè prima , nè dopo più o meno d' idrogeno , di carbonio o d' azoto ; ma da un' altro lato non è men positivo che il carbonio , l' azoto e l' idrogeno evacuati , non pro-

vengano direttamente dal nutrimento nemmen quando li fornisse alla economìa in eguali quantità. Sarebbe veramente fuori ragione l'ammettere, come scopo unico dell'appagamento della fame, la produzione dell'urea, dell' acido urico , dell' acido carbonico , e di altri escrementi, vale a dire di materie destinate ad essere espulse , ed a non adempire alcuna funzione nella economia.

Gli alimenti servono all'animale adulto per riparare le sue perdite , per restituirgli le parti di organi dove la vita si è spenta , e che , per effetto di certe metamorfosi , han perduta la loro organizzazione. Gli alimenti del carnivoro s' impiegano a formare del sangue; il sangue novellamente prodotto rigenera gli organi metamorfosati. Così il carbonio e l'azoto degli alimenti divengono parti integranti dell' organismo.

Quanto carbonio , e quanto azoto perdono gli organi per le mutazioni , tanto è loro restituito dal sangue , e parimente dagli alimenti.

CAPITOLO X.

Funzione del fegato e de' reni.

43. Le nuove combinazioni prodotte dalle metamorfosi degli organi, de' muscoli, de' tessuti, de' nervi, del cervello che diventano esse?

Questi nuovi prodotti non possono necessariamente, allorchè sono solubili, persistere nel posto dove presero origine, perchè sono costantemente trascinati dalla circolazione del sangue.

Il cuore, come si sa, è il centro de' due sistemi di canali che si ramificano in una infinità di vasi capillari, la cui rete è diffusa in tutto il corpo. Questo viscere, per effetto delle sue contrazioni continue, determina ad ogni momento la formazione di uno spazio vuoto, per modo che tutt' i liquidi suscettivi di penetrare ne' canali sono immediatamente spinti dalla pressione atmosferica verso uno de' lati del cuore. Questo movimento è del resto vigorosamente coadiuvato dal cuore stesso; perchè quest' organo funziona alla sua volta come una tromba a pressione, per ciò che spinge il sangue arterioso a tutte le parti del corpo, e come tromba aspirante poichè tira a se tutt' i liquidi, qualunque sia la natura allorchè possono penetrare ne' vasi assorbenti che fan continuazione con le vene. Questo assorbimento, risultato del vuoto operato nel cuore è puramente meccanico, perchè ha luogo su i liquidi di ogni specie, sulle dissoluzioni saline, su i veleni ec. È dunque evidente che tutt' i liquidi, vale a dire, tutte le combinazioni solubili prodotte dalla mutazione degli organi e che si trovano ne' ca-

pillari , devono , in seguito del movimento continuo del sangue arterioso, ricevere un impulso che li dirige verso il cuore.

Ma queste materie non possono più servire a produrre gli stessi organi , da cui han preso origine ; esse giungono dunque nelle vene per la via de' vasi linfatici. Là se venissero ad accumularsi , il lavoro della nutrizione sarebbe tosto arrestato , ma esse vi rincontrano due apparecchi di filtrazione che si oppongono a questo incombramento.

Infatti , prima di ritornare al cuore , il sangue venoso attraversa il fegato , e quello arterioso i reni , per modo da spogliarsi di tutte le materie improprie alla nutrizione. Que' nuovi prodotti di questa metamorfosi che ritengono l' azoto degli organi così trasformati , si riuniscono nella vescica urinaria , e non trovando ivi più impiego , sono rigettati fuori l' economia. Quelli al contrario in cui il carbonio riman fisso , si portano sotto la forma di soda solubile all' acqua in tutte le proporzioni nella vescichetta biliare per essere trasportati in seguito nel duodeno e mischiarsi con la pasta chimosa.

Tutte le parti della bile che non perdono la loro solubilità per effetto della digestione , si conservano in uno stato di estrema divisione e ritornano nell' organismo mentre si digeriscono nuovi elementi.

La soda , e tutt' i principi carbonati * della bile non precipitabili dagli acidi deboli conservano la facoltà di essere riassorbiti dai vasi linfatici dell' inte-

* La loro quantità si eleva a $\frac{99}{100}$ di quella degli altri.

stino tenue e del crasso. Questa facoltà di riassorbimento può provarsi in un modo diretto col mezzo di un lavativo carico di bile. Vedrassi in questa esperienza che la bile sparisce nel retto con le parti liquide.

44. Noi stabiliamo dunque come un fatto bene avverato, che le combinazioni azotate risultanti dalla mutazione dei tessuti organici, sono separate dal sangue arterioso per mezzo dei reni, e, non essendo più suscettibili di ulteriori metamorfosi, sortono dal corpo, ma i prodotti ricchi in carbonio ritornano nell'organismo del carnivoro.

Siccome il nutrimento del carnivoro è identico alle parti essenziali del suo corpo, si deve conchiudere che le metamorfosi a cui soggiacciono tutte le parti viventi sono della stessa natura di quelle a cui van soggetti gli alimenti nel lavoro vitale.

La carne e 'l sangue consumati cedono il loro carbonio pel mantenimento dell'atto respiratorio; e 'l loro azoto si ritrova nello stato di urea o di acido urico; ma prima che questa trasformazione ultima si facci, la carne e 'l sangue morti, prendono vita, ed è dunque, a dirla propriamente, il carbonio delle combinazioni risultante dal cambiamento delle parti viventi quello che serve alla produzione del calore animale.

L' alimento del carnivoro si trasforma in sangue; il sangue è destinato alla riproduzione degli organi; per mezzo del suo mantenimento respiratorio, conduce l' ossigeno a tutte le parti del corpo. I portatori dell' ossigeno, cioè i globetti sanguigni, che come puossi dimostrare non prendono alcuna parte alla nutrizione, cedono questo elemento attraversando i vasi capillari. Allora l' ossigeno, rincontrando nel

suo passaggio le combinazioni prodotte dal cambiamento dei tessuti, si unisce al carbonio per fare l'acido carbonico, ed allora l'idrogeno che cambia in acqua, tuttociò che resiste a questa ossigenazione si separa nel corpo nello stato di bile, e la bile medesima sparisce completamente.

La bile dei carnivori contiene il carbonio e l'idrogeno dei tessuti trasmutati; sparisce a poco a poco durante l'atto vitale, ed allora il suo carbonio sfugge dalla pelle e dal polmone nello stato di acido carbonico; il suo idrogeno viene esalato sotto forma di acqua. Egli è evidente dietro ciò, che i principi della bile servono alla respirazione e, per conseguenza, alla produzione del calore animale.

Tutte le parti degli alimenti dei carnivori possono trasformarsi in sangue, ma i loro escrementi non contengono se non materia inorganica (del fosfato di calce); le picciole quantità che vi si trovano mischiate non sono che escrezioni destinate a favorire il passaggio degli escrementi attraverso le intestina. Nei carnivori, gli escrementi non contengono bile; non vi si trova affatto soda; dilavati nell'acqua nulla le cedono che rassomigli alla bile; e nondimeno si sa che la bile è solubile in questo liquido in tutte le proporzioni.

45. I fisiologi non possono più avere dubbio sull'origine dei principî dell'urina e della bile.

Allorchè lo stomaco si contrae per effetto di un'astinenza prolungata, la vescichetta biliare, non ricevendo più movimento, non può spandere la bile che contiene, perciò la vediamo piena e zeppa nel cadavero d'individui morti per inanizione.

Si concepisce intanto come avviene la secrezione della bile e dell'orina negli animali ibernanti.

Si sono nudriti dei cani con lo zucchero solamente, per diciotto o venti giorni, e la loro urina conteneva ciononostante la medesima quantità di urea, quel principio più azotato della economia, come nello stato di stato di salute *. Nel caso in cui si osservano differenze per la quantità di urea secregata, ciò si spiega necessariamente, perchè gl' individui sui quali si era fatto sperimento erano privi di moto, e 'l moto favorisce precisamente la mutazione de' tessuti. Dopo una passeggiata, la secrezione urinaria aumenta sempre nell' uomo.

L' orina dei mammiferi, degli uccelli e degli anfibi, contiene dell' acido urico o dell' urea; lo sterco de' molluschi, delle cantaridi, dei bombici, e di altri insetti contiene dell' urato di ammoniaca. La presenza costante di uno dei due principî azotati nelle evacuazioni degli animali, malgrado la varietà degli alimenti, prova bene che questi principî hanno la loro origine da una sola e medesima sorgente.

Se ci ricordiamo che l' acetato di potassa, preso sotto forma di lavativo o di bagno ai piedi, rende l' urina eminentemente alcalina **, e che la trasformazione a cui è andata soggetta nella economia per l' acido acetico, abbisogna dell' intervento dell'ossigeno, diviene manifesto che le parti solubili della bile, molto alterabili, come sappiamo, e che ritornano nell' organismo per mezzo delle intestina, de-

---

* Marchand, nel *Journal fur praktische Chemie*. XIV, p. 495.

** Rehberger, in *Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie*, t. II, p. 149.

vono succumbere all' azione dell' ossigeno in un modo tutto analogo, poichè non possono servire alla sanguificazione. La bile, in fatti, è una combinazione organica a base di soda; tutte le sue parti, salvo la soda, spariscono nel corpo dell' animale.

46. Secondo l' opinione di molti fisiologi distinti, la bile sarebbe destinata ad essere evacuata; da un altro canto, è certissimo che una materia sì poco azotata non può più godere alcun posto nel lavoro nutritivo. Ma non devono se non consultarsi le esperienze quantitative, per convincersi che la bile adempie nella economia uno scopo ben determinato, e che vi va soggetta a certe trasformazioni.

Niun organo contiene tra suoi componenti la soda; questo alcali non si rincontra in combinazione se non nel siero del sangue, nel grasso cerebrale, e nella bile. Allorchè le combinazioni sodiche del sangue passano nello stato di fibra muscolare per formare le membrane ed i tessuti, la soda che contengono deve entrare in novelle combinazioni; il sangue cede allora necessariamente la sua soda ai prodotti formati dalla mutazione de' tessuti. Ora, una delle sue nuove combinazioni sodiche, la troviamo nella bile.

Se la bile fosse destinata ad essere semplicemente rigettata, noi dovremmo trovarla intatta o modificata negli escrementi solidi, ed in tutti i casi si scovrirebbe in questi la soda della bile. Ma eccetto un poco di sal marino e di solfato di soda, che sono i principî di tutti i liquidi animali, non si rincontra negli escrementi solidi alcuna traccia di combinazione sodica.

Così, noi lo ripetiamo, la soda della bile ritorna dagl' intestini nell' organismo, e lo stesso deve dirsi

conseguentemente ancora delle sostanze organiche in combinazione con questa soda.

47. Un uomo secrega per giorno 500 a 750 grammi di bile; un gran cane ne secrega 1120 grammi; un cavallo 8 1/2 chilogrammi *.

Ora gli escrementi solidi di un uomo non pesano, termine medio, più di 165 grammi; quelli di un cavallo, 14 1/4 chilogrammi, composti, secondo Boussingault, di 10 1/2 chil. d'acqua e di 3 3/4 chil. di materia solida. Gli escrementi del cavallo, trattati con l'alcool, non gli cedono che 1, 76 di parti solubili. Questo settantasei di peso degli escrementi solidi dovrebbe essere della bile.

La bile contiene 90 per cento di acqua; in 18 1/2 chil. di bile secregata da un cavallo, vi sarebbero dunque 1835 grammi di materia solida, mentre di 3 3/4 di chil. di escrementi secchi non possono estrarsi che 186 grammi di una sostanza che si potrebbe prendere per bile. Ma ciò che l'alcool discioglie non è bile; l'estratto, privo dell'alcool, dà un residuo molle, quasi oleoso, che ha intieramente perduto la sua solubilità nell'acqua, e che non lascia nella combustione alcuna cenere alcalina, vale a dire non lascia soda (*Doc.* X).

Durante la digestione, la soda e tutti i principi della bile che non hanno perduta la loro solubilità ritornano nell'organismo; si ritrova la soda dapprima nel sangue novellamente formato, e finalmente nell'orina allo stato di carbonato, di fosfato e d'ippurato.

---

* Fisiologia di Burdach, tom. VII, p. 439.

Berzelius non ha trovato in **1000** parti di escrementi di uomo, solidi e recenti, se non **9** parti di una sostanza simile alla bile; **165** grammi di escrementi non contenevano, per conseguenza, che un gramma circa di bile solida, ciocchè farebbe, se vi si aggiunge dell'acqua necessaria, presso a poco **10** grammi di bile allo stato naturale. Ma un uomo secrega nella giornata **500** a **770** grammi di bile, vale a dire **50** o **55** volte più che non si potrebbero trovare nelle sostanze evacuate dalle intestina.

Quand'anche le esperienze de'fisiologi, relativamente alla quantità della bile secregata dalle diverse classi animali, non fossero intieramente esatte, egli è evidente, dietro ciò che abbiam detto, che il maximum ancora non contiene il carbone esalato nello spazio di **24** ore da un uomo e da un cavallo. Perchè **100** parti di bile solida, essendo compresi tutti i principî, non contengono più di **69** per cento di carbonio, cioechè fa, per **18 1/2** chil. di bile secregata da un cavallo, circa **1240** grammi di carbonio; mentre un cavallo ne esala, alla giornata, sensibilmente il doppio sotto forma di acido carbonico. Un rapporto simile si presenta nell'uomo.

Digitized by Google

CAPITOLO XI.

Posto degli alimenti non azotati.

48. Nello stesso tempo che la economia riceve le sostanze destinate a rimpiazzar quelle che hanno sofferto metamorfosi, la circolazione del sangue trasporta l'ossigeno in tutte le parti del corpo. Qualunque sia la combinazione nella quale questo ossigeno entra nel sangue, bisogna necessariamente ammettere che que' principî di questo liquido che sono impiegati a riparare le perdite, non soggiacciono essi medesimi ad alcuna trasformazione essenziale, perchè la fibrina dei muscoli presenta assolutamente gli stessi caratteri di quella del sangue venoso; l'albumina del sangue non assorbe dunque ossigeno. Non si saprebbe negare che l'ossigeno serve a mettere nello stato di gas certi principî del sangue, ma non sono essi gli essenziali dello stesso, destinati alla nutrizione ed alla riproduzione; noi lo ripetiamo, questi principî non servono alla respirazione, perchè niuna delle loro proprietà giustificherebbe un simile posto.

Senza sottomettere qui ad un esame profondo il posto della bile nelle funzioni vitali, pensiamo che basta di paragonare i principî assimilabili del nutrimento di un carnivoro con i prodotti ultimi che ne risultano, per essere assicurati che tutto il carbonio degli alimenti deve ritrovarsi sia nell'orina, sia nell'acido carbonico esalato.

Ora questo carbonio proviene dalla sostanza dei tessuti metamorfosati; ammesso questo fatto, si comprende facilmente perchè i giovani carnivori, e gli

erbivori in generale devono necessariamente trovare ne' loro alimenti materie molto carbonizzate e prive di azoto.

49. È chiaro che in un carnivoro adulto il quale non cresce nè diminuisce di peso, l'assimilazione degli alimenti, la mutazione de' tessuti, e la consumazione dell'ossigeno devono essere tra esse in un rapporto stabilito. Il carbonio e l'acido carbonico esalato, il carbonio dell'urina, l'azoto dell'urina e l'idrogeno rigettato nello stato di acqua e di ammoniaca, tutti questi elementi presi insieme devono alla volta pesar tanto quanto il carbonio, l'azoto, e l'idrogeno delle sostanze alimentari. Ne' casi contrarî, il peso dell'animale non potrebbe rimaner costante.

Ma da un altro lato si sa che il peso del giovine carnivoro, del quale gli organi non sono completamente sviluppati, non rimane stazionario come il corpo dell'animale adulto, e che aumenta al contrario di giorno in giorno. Ciò permette dunque di supporre che in esso il lavoro dell'assimilazione è più intenso della metamorfosi dei tessuti già formati; perchè se queste due funzioni fossero di una intensità eguale, l'animale non potrebbe aumentare di peso; se perdesse più di quello che assimila, il suo peso dovrebbe anche diminuire. Ne' giovani animali la circolazione è più rapida, la loro respirazione è più sollecita, e, a capacità eguale del petto, il consumo dell'ossigeno è dunque più forte che non è negli adulti. Siccome ancora la mutazione de' tessuti si fa più lentamente, mancherebbero loro per conseguenza le sostanze di cui l'idrogeno ed il carbonio devono combinarsi con l'ossigeno, perchè, come noi dicemmo, son questi i prodotti risultanti dal cambiamento dei tessuti che servono a garentire il corpo de' carnivori

dall' azione distruttiva dell' atmosfera ed a produrre calore ; queste sostanze mancherebbero dunque ai giovani animali , se la prevegente natura non le somministrasse loro negli alimenti.

Infatti il carbonio e l' idrogeno del burro , il carbonio dello zucchero di latte , gli elementi delle sostanze non azotate che non possono trasformarsi in sangue , non convertirsi in fibrina od in albumina , questi elementi sono destinati e mantenere la respirazione in un' età , dove una forte resistenza si oppone alla metamorfosi de' tessuti già formati , e , conseguentemente, alla produzione delle materie che , nell' età adulta , si sviluppano in quantità sufficiente pel mantenimento dell' atto respiratorio. Ma il giovine animale trova ancor nel latte i principî necessarî alla produzione del sangue ; il cacio è quello che glieli somministra. La mutazione de' tessuti già formati si opera in esso come negli adulti , perchè secrega bile ed urina ; gli elementi de' tessuti che han sofferta metamorfosi sono evacuati sotto forma di urea , d' acido carbonico e d' acqua ; ma il burro e lo zucchero di latte che consuma , spariscono egualmente , nè possono ritrovarsi nelle fecce. Il burro e lo zucchero sono rigettati nello stato di acqua e di acido carbonico , e la loro trasformazione in combinazioni ossigenate prova che l' animale assorbe assai più ossigeno di quello che bisognerebbe per formare acqua ed acido carbonico con l' idrogeno e 'l carbonio dei tessuti che hanno avuta metamorfosi.

Diremo dunque insomma che le metamorfosi le quali si compiono nel giovine animale somministrano , in dato tempo, meno carbonio ed idrogeno sotto una forma convenevole alla respirazione , di quello che ne corrisponda alla quantità dell' ossigeno assorbito ; se

questo ossigeno e questo carbonio non venissero da altra sorgente, gli organi finirebbero, succumbendo all' azione dell' ossigeno. L' accrescimento progressivo dell' animale, lo sviluppo completo de' suoi organi, richiedono dunque la presenza di certe materie, il cui posto nutritizio non consiste in altro, che a preservare dall' azione dell' ossigeno gli organi che devono formarsi, combinandosi essi stessi con questo ossigeno. Si concepisce intanto lo scopo che la natura si è proposto aggiungendo materie prive di azoto al nutrimento de' giovani mammiferi. Queste materie che non servono alla sanguificazione, alla nutrizione propriamente detta, non son più necessarie all' animale sviluppato che sia.

Negli uccelli carnivori la mancanza di moto indebolisce evidentemente le metamorfosi de' tessuti.

50. Si vede, da ciò che precede, che la nutrizione de' carnivori si presenta sotto due forme particolari. Una di queste si osserva ancora negli erbivori e ne' granivori. Infatti, questi animali prendono costantemente nel loro nutrimento materie che hanno una composizione eguale, od almeno simile a quella dello zucchero di latte; i loro alimenti contengono sempre, o *amido*, o *gomma*, o *zucchero*.

L' amido o la fecola è la più diffusa di queste materie; trovasi deposta nelle radici, ne' grani, ne' gambi ed anche nel corpo legnoso, sotto forma di granuli rotondi od ovali per grossezza varî, i quali sono i medesimi nella chimica composizione (*Doc.* XI). Si trovano qualche volta in una sola e medesima pianta, per esempio nel pisello, granuli di amido di differente grossezza; così quelli che si precipitano nel succo espresso de' gambi, hanno un dia-

metro di un $\frac{1}{200}$ ad un $\frac{1}{120}$ di millimetro, mentre quelli de'cotiledoni sono tre o quattro volte più grossi. I grani del pomo di terra si distinguono per la loro estrema grossezza; all' incontro quelli del fromento e del riso per la loro debole dimenzione.

51. L' amido si converte in zucchero in un gran numero di reazioni; questa trasformazione avviene per esempio nella germinazione de' grani, e segnatamente ancora per l' azione degli acidi. L' analisi dimostra che questa metamorfosi ha luogo per mezzo di una semplice fissazione degli elementi dell' acqua (*Doc.* XII). Così tutto il carbonio dell'amido si rinviene nello zucchero; l' amido non perde alcun elemento; oltre gli elementi dell' acqua, niun' altro estraneo vi si aggiunge.

In molti frutti ed in ispecie in quelli troppo maturi, che sono agri pria della maturità, e di un sapor dolce nell' atto di questa, come per esempio nei pomi, nelle pera, lo zucchero deriva dall' amido che contenevano in origine. Che si grattuggi, in fatti, un pomo, una pera non matura, e che si lavi la polpa in un setaccio finissimo con acqua, si vedrà nel liquido torbido deporsi l'amido molto sciolto, mentre prendendone dai frutti maturi non se ne avrà alcuna traccia. Un certo numero di frutti acquistano il loro sapore zuccheroso sull' albero ancora, altri all' incontro solamente alcun tempo dopo la colta. Questa maturazione tardiva non è che il risultamento di un' azione puramente chimica che non ha alcun rapporto con la vegetazione; perchè il frutto, abbandonando l' albero, è proprio alla riproduzione; il nocciuolo è completamente maturo,

ma la parte carnuta che l' inviluppa , comincia allora ad essere attaccata dall'ossigeno dell'atmosfera, essa assorbe ossigeno come tutte le sostanze putrescenti, svolge una certa quantità di gas ac. carbonico, ed allora l' amido si trasforma in zucchero d' uva , in seguito di una reazione analoga a quella che si compie nella colla inagrita o nella farina guasta , per effetto della decomposizione del glutine. I frutti diventano tantoppiù zuccherini per quanto più contengono amido.

Esiste dunque tra l'amido e lo zucchero una correlazione ben determinata ; un gran numero di azioni chimiche , non avendo altro effetto che di modificare la direzione delle attrazioni elementari dell' amido , trasformano questo corpo in zucchero di uva.

Lo zucchero di latte (*Doc.* XIII.) si comporta , sotto molti rapporti , come l' amido ; in fatti , esso solo non è suscettibile di provare la fermentazione spiritosa , ma acquista la proprietà di decomporsi in alcool ed in acido carbonico , allorchè si mette sotto l'influenza dell'acqua e di una temperatura un poco elevata , in contatto con una sostanza in fermentazione ; per esempio , col cacio putrefatto del latte. In questo caso , lo zucchero di latte si trasforma dapprima in zucchero d' uva , e , come quest' ultimo , soggiace allora alla stessa modificazione allorchè si abbandona , alla temperatura ordinaria , in contatto con un acido , e soprattutto con l' acido solforico.

52. La gomma presenta la stessa composizione centesimale dello zucchero di canna (*Doc.* XIV.) ; essa si distingue dai zuccheri e dall' amido perciò

ch' è incapace di decomporsi, per effetto della putrefazione, in alcoole ed in acido carbonico. Allorchè si mischia con le sostanze fermentate, non prova alcun cambiamento sensibile; ciocchè permette di supporre che gli elementi vi sono mantenuti con più forza di quello che non sono nelle diverse specie di zuccheri.

Pur tuttavolta la gomma ha qualche simiglianza con lo zucchero di latte, perchè com'esso dà dell'acido muriatico per mezzo dell' azione dell' acido nitrico, mentre gli altri zuccheri non danno questo prodotto.

53. Per far conoscere davantaggio l' analogia di composizione delle diverse materie che godono un posto si importante nella nutrizione degl' erbivori, andremo ad esprimerle con le formole seguenti, rappresentando l' equivalente del carbonio (75, 8, o 75) per C e l' equivalente dell' acqua (112, 4) per aq.

Amido	12 C + 10 acq.
Zucchero di canna .	12 C + 10 acq. + acq.
Gomma	12 C + 10 acq. + acq.
Zucchero di latte .	12 C + 10 acq. + 2 acq.
Zucchero di uva. .	12 C + 10 acq. + 4 acq.

Che val lo stesso che a quantità eguale di carbonio l' amido contiene 10; lo zucchero e la gomma 11, lo zucchero di latte 12, e quello di uva cristallizzato 14 equivalenti di acqua o 14 volte gli elementi dell' acqua.

I principi dei quali abbiam parlato non mancano mai nel nutrimento degli erbivori. Si può dire che, per essi, una certa quantità di carbonio si trova sopraggiunta ai principi azotati degli alimenti da cui si forma il sangue, cioè all' albumina, alla fibrina ed alla caseina vegetabili; quest'eccesso di carbonio non può necessariamente servire a produrre la fibrina o l' albumina; per la ragione che gli alimenti azotati contengono già tutto il carbonio necessario alla produzione dei principi essenziali del sangue; e che questo fluido si produce nell' organismo dei carnivori senza l'intervento dei principi non azotati.

54. Il posto tenuto da questi ultimi nella nutrizione degli erbivori si concepisce facilmente se si considera la debole quantità del carbonio consumato da questi animali nei loro alimenti azotati e che non è in alcun rapporto con l'enorme massa d'ossigeno assorbito dalla economia. Prendiamo, per fissare le idee, un esempio numerico. Un cavallo si conserva nello stato di perfetta salute se gli si danno per ogni giorno 7 1/2 chilogrammi di fieno e due ed un quarto chilogrammi d'avena. Le sperienze analitiche fissano l' azoto del fieno a 1, 5, e quello dell' avena a 2, 2 per cento (*Doc.* XV.). Concepiamo tutto l' azoto degl' alimenti trasformato in sangue, vale a dire in fibrina ed in albumina; ciò fatto, ammettendo 80 p. 0/0 di acqua pel sangue, 4 chilogrammi di sangue che il cavallo produrrà nella giornata, ed in questa quantità non vi sono che 140 grammi di azoto. Il peso del carbonio ingesto nello stesso tempo di questo azoto si eleva a 448 grammi. Di questi 448 grammi, 246 solamente potrebbero servire alla respirazione, perchè il cavallo

rende per orina 93 grammi di carbonio contenuti nell' urea e 109 altri grammi evacuati nello stato di acido ippurico. Si comprende , senz' altro calcolo, che il volume dell'aria inspirata e di quella esalata nell' atto respiratorio deve essere più considerevole nel cavallo che non nell' uomo ; il cavallo deve conseguentemente consumare più ossigeno e rigettare più carbonio dell' uomo. In fatti , un uomo adulto consuma in una giornata circa 444 grammi di carbonio , mentre , secondo l' esperienze di Boussingault un cavallo ne esala , nello stesso tempo , sensibilmente 2450 grammi. Questo numero è certamente ben vicino al vero.

I principî azotati degli alimenti non somministrano dunque al cavallo se non un poco più del quinto di carbonio necessario al mantenimento della respirazione. Ma la savviezza del Creatore ha aggiunto a tutti gli alimenti gli altri quattro quinti sotto le forme più varie ; ha supplito all' insufficienza del carbonio rinchiuso negl' alimenti azotati , creando zucchero , fecola , e molti altri principî alimentari privi di azoto.

55. Negli erbivori , i cui alimenti contengonó una proporzione debolissima di principî sanguificabili , la metamorfosi de' tessuti , vale a dire il loro rinnovamento , la loro riproduzione , è necessariamente meno rapida che non ne' carnivori ; perchè , se questa funzione si compisse nella prima classe con altrettanta energia , è certo che la più ricca vegetazione non potrebbe bastare al loro nutrimento ; così , lo zucchero , la gomma , l' amido non sarebbero più necessarî al mantenimento delle loro funzioni vitali , perchè al-

lora i prodotti carbonati della mutazione degli organi servirebbero essi stessi alla respirazione.

L'uomo carnivoro esige pel suo mantenimento un terreno immenso, assai più esteso, più vasto di quello che bisogna al lione o al tigre, perchè l'uomo uccide, allorchè se gli presenta l'occasione, la sua vittima, senza profittarne, senza consumarla.

Una nazione di cacciatori, confinata in uno spazio stretto è incapace di moltiplicarsi, perchè impronta dagli animali il carbonio necessario alla respirazione; e questi non posson vivere, se non in piccolo numero nello stesso terreno. Questi animali attingono nelle piante i principî del loro sangue e de' loro organi; gl' indiani cacciatori non consumano se non questi principî, senza prendere nel tempo stesso le sostanze non azotate che avean mantenuto la respirazione durante la vita agli animali. Nell' uomo carnivoro, è dunque il carbonio della carne quello che deve rimpiazzare il carbonio dell'amido, dello zucchero, della gomma.

7 1/2 chilogrammi di carne non contengono più carbonio di due chilogrammi di amido (*Doc.* XVI). Così, mentre il selvaggio, consumando un sol animale ed un peso eguale di fecola, potrebbe vivere in buona salute durante molti giorni, gli bisognerebbe, non prendendo che nutrimento animale, consumar cinque animali, per procurarsi il carbonio indispensabile alla respirazione.

È facile di vedere quale ligame intimo l' agricoltura presenta con l' accrescimento della razza umana. Infatti essa non ha altro scopo che di produrre, nel più picciolo spazio possibile, un maximum di sostanze assimilabili. I legumi ed i cereali ci somministrano

non solo l'amido, lo zucchero e la gomma, vale a dire il carbonio che preserva l'organismo dall'azione dell'atmosfera, e produce ancora il calore indispensabile alla vita, ma inoltre questi vegetabili ci presentano fibrina, albumina e caseina, sostanze da cui derivano il sangue e conseguentemente tutte le parti del nostro corpo.

L'uomo carnivoro respira, come l'animale carnivoro, a spese delle materie prodotte dalla mutazione de' suoi organi. Nella stessa guisa che nelle gabbie delle nostre *ménageries*, il lione, il tigre, la jena, si muovono continuamente per accelerare le metamorfosi de' loro tessuti, gl' indiani selvaggi sono obbligati per la stessa ragione, di sottomettersi ad ogni specie di fatica, essi logorano dunque le loro forze unicamente per produrre della sostanza che possa servire alla respirazione.

La civilizzazione è l'arte di economizzare la forza. La scienza c'insegna i differenti mezzi di produrre con la minor forza possibile i più grandi effetti, essa c'impara similmente ad utilizzare i mezzi per ricavarne un maximum di forza. Ciò che caratterizza lo stato selvaggio, la mancanza di civilizzazione, si è l'impiego utile o sproporzionato della forza, sia nell'agricoltura, sia nell'industria o nella scienza, sia anche nell'economia politica.

56. La composizione dell'urina degli erbivori e de' carnivori dimostra in un modo evidente che le metamorfosi de' tessuti differiscono in queste due classi, tanto sotto il rapporto del tempo, quanto sotto quello della forma.

L'urina de' carnivori è acida; vi si trovano delle

basi alcaline unite all' acido urico, all' acido fosforico ed all'acido solforico. La sorgente da cui provengono questi due ultimi acidi è benissimo conosciuta. Tutt' i tessuti infatti contengono fosforo e zolfo, e questi elementi sono acidificati dall'ossigeno del sangue arterioso. I fosfati ed i solfati non si rincontrano, se non in proporzioni minime ne' differenti liquidi del corpo, ma in abbondanza al contrario nell' orina; essi hanno evidentemente la loro origine dal fosforo e dallo zolfo de' tessuti che han soggiaciuto a metamorfosi, giungono nel sangue arterioso nello stato di sali solubili, e se ne separano allorchè questo sangue attraversa i reni (*h*).

L' urina degli erbivori è alcalina; contiene del carbonato alcalino in grande quantità, ed una quantità di fosfato alcalino sì picciola, da non esersi potuta osservare dalla maggior parte degli sperimentatori.

La mancanza de' fosfati nell' orina degli erbivori prova l' importanza di questi sali per certe funzioni di questa classe animale. Perchè, supponendo, p. e. che un cavallo consumi una quantità di albumina e di fibrina equivalente nell' azoto (140 grammi) che prende nel suo nutrimento giornaliero, e ammettendo che questo nutrimento compensi esattamente le perdite sofferte dai tessuti metamorfosati, si osserva che la quantità di acido fosforico contenuto ne' 1500 grammi di urina evacuata in una giornata, secondo Boussingault, sarebbe fortissima per essere sensibile ai reattivi, poichè si eleverebbe vicino a 0, 8 centesimi. Negli erbivori, l' acido fosforico, dopo aver acquistato la forma di un fosfato alcalino e solubile, per effetto della mutazione de' tessuti, ritorna eviden-

temente nell' organismo , e vi serve alla formazione della sostanza del cervello e de' nervi. In quelli che non consumano che una quantità di fosforo o di fosfato comparativamente debole , l' economia raccoglie evidentemente tutt' i fosfati solubili prodotti dalla mutazione de' tessuti e gl' impiega per lo completo sviluppo delle ossa e de' principi fosforati del cervello ; gli organi di secrezione non li separano dal sangue. L' acido fosforico messo in libertà nelle metamorfosi degli organi , non è dunque evacuato affatto nello stato di fosfato di soda , ma si trova negli escrementi solidi sotto forma di fosfati terrei ed insolubili.

Digitized by Google

CAPITOLO XII.

Formazione del grasso.

57. Allorchè si studia comparativamente negli erbivori e ne' carnivori, l' intensità dell' assimilazione, vale a dire la facoltà di aumentare di massa, le osservazioni più semplici vi dinotano delle differenze estremamente grandi. Un ragno succhia con avidità il sangue della prima mosca che incontra, ma non fa alcuna attenzione alla seconda od alla terza. Un gatto mangia uno o due topi, ma uccidendone un terzo non lo tocca. I lioni e le tigri non divorano la loro preda se non quando la fame li preme. I carnivori esiggono, in generale, per la loro conservazione, la minor quantità di nutrimento, per la ragione già che la loro pelle è sprovvista di pori di traspirazione, e che ad egual volume perdono meno calore degli erbivori che sono obbligati di restituire pel nutrimento il calore perduto. In quest' ultima classe la vita vegetativa è ben più energica. Perciò veggonsi le pecore, le vacche, pascere dei giorni interi sulle praterie; ciò dipende dal perchè il loro organismo possiede la facoltà di assimilare assai più nutrimento di quello che ne bisogna per la riparazione delle perdite, e tutto il sangue che vien prodotto in soprappiù si converte in nuovi tessuti, di maniera che questi animali divengono a poco a poco carnuti e grassi, se continuano a prendere molto nutrimento. La carne de' carnivori, al contrario, rimane sempre coriacea, tendinosa e non mangereccia.

I cervi, i capri, le capre, che si nutrono presso a poco delle stesse sostanze del bestiame domestico, aumentano egualmente di massa allorchè prendono un eccesso di albumina, di fibrina o di caseina vegetabile. Allorchè sono liberi, in modo da muoversi continuamente, assorbono assai ossigeno per far disparire il carbonio della gomma, dello zucchero, dell'amido, ed in generale di tutti gli alimenti non azotati e solubili che aveano consumati.

58. Rapporti del tutto differenti si presentano nei bestiami che ricevono negli stallaggi un nutrimento copioso, e vi sono mantenuti in un riposo quasi assoluto; perchè allora questi animali prendono più alimenti che non ne esigono le perdite che soffrono nella economia, e nello stesso tempo consumano molto più sostanze non azotate di quello che bisognerebbe per mantenere la respirazione e compensare le perdite di calore. Il difetto di moto produce in essi lo stesso effetto che il decrescimento nell'assorbimento dell'ossigeno, di maniera che, in queste circostanze, il carbonio delle sostanze non azotate non può più bruciare in totalità. Una piccola proporzione solamente di questo eccesso di carbonio viene evacuata dai cavalli e dall'altro bestiame domestico nello stato di acido ippurico, il resto serve a produrre una certa materia la quale non entra se non in picciola quantità nella composizione de' nervi e del cervello.

L'orina di questo bestiame e dei cavalli addetti al lavoro contiene dell'acido benzoico (a 14 atomi di carbonio); allorchè questi animali si riposano nelle stalle, trovasi l'acido benzoico rimpiazzato dall'acido ippurico (a 18 atomi di carbonio).

La carne degli animali selvaggi è sprovvista di grasso; gli animali domestici, al contrario, ingrassano, allorchè si privano di moto (*i*).

Un' animale grasso che si muove liberamente, che porta dei pesanti carichi, perde a poco a poco la sua pinguedine.

La formazione del grasso nel corpo degli animali è evidentemente la conseguenza di una sproporzione tra la quantità degli alimenti consumati e la quantità dell' ossigeno assorbito dalla pelle e dai polmoni.

Un porco nutrito copiosamente di alimenti azotati diverrà carnuto; prendendo molti pomi di terra, vale a dire fecola, avrà meno fibra carnuta ma più lardo.

Una vacca, nutrita in istalla, darà un latte molto carico di burro, messa in prateria, somministrerà un latte più ricco in cacio, ma più povero in burro ed in zucchero.

La birra ed in generale gli alimenti fecolenti, aumentano la proporzione del burro nel latte della donna; un nutrimento animale ne dà meno, ma da un altro lato fa aumentare la proporzione del cacio.

Se si considera che la formazione del grasso è quasi nulla in tutt' i carnivori che non consumano, oltre il grasso degli erbivori, alcun' altra sostanza non azotata; che non cresce realmente, se non in quelli che prendono un nutrimento misto, per esempio ne' gatti e ne' cani; e finalmente che s' ingrassano certi animali domestici dando loro semplicemente delle sostanze alimentari non azotate, non si può

dubitare che queste non sieno in una correlazione diretta con la formazione del grasso.

59. Come il ragionamento, di accordo con l'esperienza, ci avea portati a stabilire un rapporto necessario tra gli alimenti azotati delle piante ed i principî azotati del sangue e de' tessuti, ugualmente ancora dobbiamo ammettere una relazione non meno intima tra le sostanze alimentari non azotate delle piante, e le parti non azotate dell' organismo animale.

Paragoniamo infatti la composizione dello zucchero di latte, della fecola e di altri zuccheri, con quella del grasso di montone, di bue, di uomo, noi troveremo che tutti questi principî contengono le stesse proporzioni di carbonio e d' idrogeno, e che non differiscono tra essi, se non per la proporzione di ossigeno.

Secondo le analisi di Chevreul, il grasso di montone, d' uomo e di porco, contiene 79 centesimi di carbonio per **11**, **1**. **11**, **4**. **11**, **7** centesimi d' idrogeno (*Doc.* XVI).

Ora la fecola contiene **44**, **91** di carbonio per **6**, **11** d' idrogeno; lo zucchero e la gomma contengono 42, 58 di carbonio per **6**, 57 d' idrogeno (*Doc.* XVII).

Questi ultimi numeri i quali esprimono la proporzione relativa di carbonio e d' idrogeno contenuto nella fecola, nello zucchero e nella gomma, sono tra essi nello stesso rapporto di quelli che esprimono la proporzione relativa di questi elementi nelle materie grasse; in fatti.

44, 91 : 6, 11 : : 79 : 10, 99
e 42, 58 : 6, 37 : : 79 : 11, 08

Egli è evidente, dietro ciò, che la fecola, lo zucchero e la gomma possono, mediante una eliminazione di ossigeno puro e semplice, trasformarsi in grasso, o, se vuolsi, in un corpo che possiede la composizione del grasso; perchè, deducendo 9 atomi di ossigeno dalla formola della fecola, noi abbiamo in centesimi:

C_{12}	. . .	79, 4
H_{20}	. . .	10, 8
O	. . . .	9, 8

La formola empirica dell' adipe e che si avvicina più alla precedente, è C_{11} H_{20} O; essa dà in centesimi:

C_{11}	. . .	78, 9
H_{20}	. . .	11, 6
O	. . .	9, 5

Dietro questa formola, l' amido cederebbe gli elementi di 1 atomo di acido carbonico e 7 atomi di ossigeno. Ora, la composizione di tutti i corpi grassi saponificabili si accorda con queste due formole.

Se si tolgono dai 3 atomi di zucchero di latte C_{36} H_{72} O_{36} gli elementi di 8 atomi di acqua e 27 atomi di ossigeno, rimane C_{36} H_{64} O, formola che esprime esattamente la composizione della colesterina (*Doc.* XVIII).

Qualunque sia l' idea che ci formiamo della produzione delle materie grasse nell' organismo, è certo che nè l' erba nè le radici mangiate dalle vacche contengono burro; che la ferrana data al bestiame domestico non contiene grasso di bue, che i pattumi di patate di cui si nutriscono i porci, ed i grani mangiati dal nostro pollame non contengono grasso di oca, o di cappone. Le grandi quantità di grasso che ricovrono sovente questi animali nascono in seno della loro propria organizzazione, e bisogna necessariamente conchiuderne che gli alimenti consumati da essi cedono una certa quantità di ossigeno, perchè altrimenti niun principio di questi alimenti potrebbe divenir corpo grasso (*k*). (Ved. *Doc.* XIX. *Formazione della cera per le api*).

60. L' analisi chimica dimostra nel modo più positivo che gli alimenti consumati dagli animali contengono delle proporzioni di carbonio e di ossigeno che possono esprimersi coi numeri seguenti:

	Equivalenti di carbonio,	di ossigeno.
Fibrina, albumina, caseina vegetabile.	120	36
Amido	120	100
Zucchero di canna	120	110
Zucchero di uva . . . . :	120	140
Gomma	120	140
Zucchero di latte	120	120

Ora, tutte le sostanze grasse non contengono, per 120 *equivalenti, se non* 10 *equivalenti di ossigeno.*

Ma, poichè il carbonio dei principî grassi for-

mati nell' organismo deriva dagli alimenti, atteso che non esiste alcun' altra sorgente per somministrarli, è chiaro, che se questi principî provengono dall' albumina, dalla fibrina e dalla caseina, le sostanze alimentari devono cedere 26 equivalenti di ossigeno per ciascuna quantità di 120 equivalenti di carbonio deposto nello stato di grasso; se i principî grassi formano l' amido, questo cederà 90 equivalenti di ossigeno; per lo zucchero di canna, vi sarà una eliminazione di 100, e per quello di latte una di 110 equivalenti di ossigeno.

Non v'ha dunque se non un sol modo di decomposizione per mezzo del quale il grasso possa formarsi nell' organismo; è lo stesso assolutamente di quello che determina la formazione dei corpi grassi nelle piante; lo ripetiamo, esso si produce in seguito di una eliminazione di una parte dell' ossigeno dagli alimenti.

Il carbonio deposto nei semi e ne' frutti di certe piante nello stato di olio o di grasso solido è stato primitivamente un principio dell' atmosfera; esso è assorbito da queste piante sotto forma di acido carbonico. La sua trasformazione in materia grassa si fa per mezzo dell' attività vegetale, sotto l' influenza della luce, ed in questa metamorfosi, la più gran parte dell' ossigeno e di questo acido carbonico fa ritorno all' aria nello stato di gas. Per opposizione all' attività vegetale, l' economia animale assorbe continuamente ossigeno dall' aria e rende a questa l' ossigeno sotto forma di acido carbonico e di vapore di acqua; noi dicemmo già che questa formazione di acido carbonico e di acqua è la sola sorgente del calore animale.

Così, poco importa che il grasso risulti dalla decomposizione dell' albumina e della fibrina, vale a dire dai principî del sangue, o da quella dell' amido, dello zucchero, della gomma; questa decomposizione è necessariamente accompagnata sempre da una eliminazione di ossigeno. Ma questo gas non è evacuato come tale nella economia, per la ragione che rincontra nel suo passaggio delle sostanze capaci di combinarsi con esso; è dunque rigettato sotto la stessa forma dell' ossigeno introdotto nell' organismo per la pelle e per li polmoni Si vede, dietro ciò, quale relazione notevole esiste tra la formazione del grasso e l' atto respiratorio.

61. Abbiamo detto precedentemente che la formazione anormale del grasso nell' organismo animale è la conseguenza di una sproporzione tral carbonio consumato e l' ossigeno assorbito dalla pelle e dai polmoni. Nello stato normale delle funzioni, entra nella economia tanto carbonio per quanto ne sorte; il corpo non riceve in eccesso le sostanze carbonizzate prive di azoto.

Ma se l' ingestione delle sostanze alimentari ricche di carbonio viene ad aumentare, l' equilibrio non si mantiene nella economia, se non si favorisce nello stesso tempo, pel moto, la metamorfosi di questo soprappiù, vale a dire, se si fa crescere nello stesso rapporto l' assorbimento dell' ossigeno.

La formazione del grasso è dunque sempre la conseguenza della mancanza dell' ossigeno necessario alla gassificazione dell' eccesso di carbonio introdotto nella economia. Perciò osservasi una estrema obesità nelle donne orientali, presso i nostri animali domestici allorchè sono privi di moto, e qualche volta anche ne-

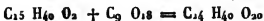
detenuti, malgrado il loro cattivo nutrimento; ma non vedesi in individui che soggiacciono a dure fatiche, ne' Beduini per esempio, le cui membra, al contrario, sono carnute e sprovviste di grasso.

Lo ripetiamo un'altra volta, la produzione del grasso proviene da mancanza di ossigeno, ma da un altro lato bisogna dire ancora che esso presenta all'economia una novella sorgente di ossigeno, una sorgente novella di calore. In fatti, l'ossigeno divenuto libero nella formazione del grasso esce dal corpo nello stato di una combinazione carbonata o idrogenata; che questo carbonio o questo idrogeno provenga dalla sostanza stessa che conduce questo ossigeno, o che sia fornita da un'altra combinazione, sempre avviene che l'acido carbonico e l'acqua, prodotti nella reazione, devono svolgere tanto calore come avverrebbe se le stesse quantità di carbonio o d'idrogeno bruciassero nell'aria o nel gas ossigeno.

Se, per esempio, 18 equivalenti di ossigeno si separano da 2 equivalenti di amido, e che questi 18 equivalenti di ossigeno si combinano con 9 equivalenti di carbonio della bile per formare l'acido carbonico, è positivo che questi 9 atomi di carbonio svilupperanno tanto calore come se bruciassero direttamente. Lo svolgimento del calore, considerato sotto questo punto di vista, come conseguenza della formazione dell'adipe, non può essere rivocato in dubbio; non diviene incerto se non nel caso in cui il carbonio e l'ossigeno si separano alla volta da una sostanza allo stato di acido carbonico. Allorchè, per esempio, 2 atomi di amido $C_{24}\ H_{40}\ O_{20}$ cedono gli elementi di 9 atomi di acido carbonico, rimane una combinazione contenente, per 15 atomi di carbo-

*

nio, 40 atomi di carbonio e 2 atomi d' ossigeno, perchè :

$$C_{15} H_{40} O_2 + C_9 O_{18} = C_{24} H_{40} O_{20}$$

Nel caso in cui l' amido cedesse l' ossigeno sotto forma di acido carbonico e di acqua, rimarrebbe, supponendo che se ne eliminino 6 atomi di acqua e 6 atomi di acido carbonico, la combinazione $C_{18} H_{18} O_2$.

Ammettendosi quest' ultimo modo di eliminazione per l' ossigeno, rimane a decidersi se l' acido carbonico e l' acqua che si separano dall' amido, vi si trovino già contenuti come tali. Se è così, l' eliminazione può verificarsi senza essere accompagnata da calore; se no, il carbonio e l' idrogeno sono contenuti sotto un' altra forma nell' amido od in generale nel principio da cui si produce l' adipe; egli è evidente che si opera allora un cambiamento nel loro aggregato molecolare, in seguito del quale un certo numero di atomi di carbonio e d' idrogeno si unisce a quantità corrispondenti di ossigeno per formare dell' acido carbonico e dell' acqua.

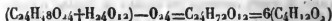
62. Tutte le esperienze che la scienza possiede tendono a provare che nè l' amido, nè i zuccheri contengono acido carbonico bello e formato.

Da un altro canto, si conosce un gran numero di metamorfosi in cui gli elementi dell' acido carbonico e dell' acqua si separano da una combinazione senza che questi principi vi preesistano, e dove si svolge del calore, assolutamente come se il carbonio e l' idro-

geno si combinassero direttamente con l'ossigeno. Ricordiamoci, in fatti, i fenomeni della fermentazione e della putrefazione, che sono sempre accompagnati da una elevazione di temperatura.

Allorchè un liquido zuccheroso fermenta, gli elementi dello zucchero soffrono un cambiamento molecolare, in seguito del quale una certa quantità di carbonio e di ossigeno si separa dallo zucchero nello stato di acido carbonico; una sostanza più povera in ossigeno, l'alcoole, è il risultamento di questa metamorfosi.

Aggiungendo a 2 atomi di zucchero gli elementi di 12 atomi di acqua, e togliendo dalla somma 24 atomi di ossigeno, si ottengono 6 atomi di alcoole; in fatti:

$$(C_{24}H_{48}O_{24}+H_{24}O_{12})-O_{24}=C_{24}H_{72}O_{12}=6(C_4H_{12}O_2)$$

Questi 24 atomi di ossigeno bastano per bruciare completamente un terzo atomo di zucchero, vale a dire, per trasformare il suo carbonio in acido carbonico, e questa combustione dà di nuovo i 12 atomi di acqua che si sono aggiunti, assolutamente come se non avessero tenuto alcun posto, perchè:

$$C_{12}\,H_{24}\,O_{12}+O_{24}=12\ C\ O_2+12\ H_2\ O.$$

Dietro l'opinione generalmente ammessa, 12 atomi di carbonio si separano da 3 atomi di zucchero sotto forma di acido carbonico; si ottengono così 6

atomi di alcoole, vale a dirê gli stessi prodotti che si sarebbero ottenuti se una parte di zucchero avesse ceduto dell' ossigeno ad un' altra parte, e che i componenti di questa si fossero bruciati a spese di questo ossigeno :

$$C_{36} H_{72} O_{36} = C_{24} H_{72} O_{12} + 12 C O_2$$ *

Dietro ciò, la scissione di un corpo in acido carbonico ed una combinazione povera in ossigeno dà i medesimi risultamenti della eliminazione dell' ossigeno di una sostanza e la combustione di una parte di questa sostanza a spese dell' ossigeno eliminata.

63. Si sa che la temperatura si eleva in ogni liquido in fermentazione ; supponiamo intanto che una parte di mosto contenga 24 ettolitri di liquido o circa 2400 chilogrammi, e che vi sieno in questo mosto 16 per cento di zucchero, vale a dire 484 chilogrammi in tutto, bisognerà necessariamente che nella fermentazione di questo zucchero si svolga la stessa quantità di calore come nella combustione di 51 chilogrammi di carbonio.

Ora questa quantità può esprimersi mediante il calore necessario per elevarsi ciascun chilogrammo di liquido a 165 1/2 gradi, ammettendo che la decomposizione si compia in uno spazio di tempo immensurabile ; ma si sa che ciò non ha luogo ; perchè la

---

* Vedete, per la intelligenza di queste formole, l'introduzione situata alla fine dell' opera, in cima ai *Documenti*.

fermentazione dura 5 o 6 giorni, e questi 165 1/2 gradi si ripartiscono sopra ciascun chilogrammo di liquido nell'intervallo di 120 ore. Si svolge dunque in un'ora una quantità di calore per la quale ciascun chilogrammo di liquido si riscalda di $\frac{165,5}{120}$, o di circa $\frac{14}{10}$ di grado; questa elevazione di temperatura è considerevolmente diminuita dalla bassa temperatura del sotterraneo, del pari che dalla evaporazione dell'acqua e dell'alcool.

La formazione dell'adipe, paragonata alle decomposizioni analoghe in cui si effettua una eliminazione di ossigeno, deve dunque essere accompagnata da uno svolgimento di calore; essa fornisce all'economia una certa porzione di ossigeno necessario alle funzioni vitali, e ciò, quante volte l'ossigeno assorbito dalla pelle e dai pulmoni è insufficiente a trasformare in acido carbonico il carbonio destinato a questa combustione.

Allorchè il carbonio si accumula così nel corpo e non è utilizzato per la fermentazione di qualche organo, questo eccesso si deposita in cellule nello stato di grasso o di olio.

Si forma dunque del grasso in un animale tutte le volte che vi ha disproporzione tra il carbonio introdotto nella economia e l'ossigeno assorbito; l'ossigeno è rigettato dal corpo nello stato di acido carbonico e di acqua. Il calore che accompagna questa funzione, contribuisce a mantenere la temperatura del corpo in uno stato costante. Ciascun chilogrammo di carbonio che riceve l'ossigeno necessario alla sua combustione dalla parte delle sostanze passate nello

stato di gas, svolge una quantità di calore eguale a quella che bisogna per elevare 200 chilogrammi a 59 gradi.

Allorchè la economia crea l'adipe, si procura essa medesima il mezzo di supplire alla mancanza di ossigeno e di calore necessarî alle funzioni vitali.

L'esperienza prova che se s'impediscono i volatili di muoversi ligando ad essi i piedi, e si pongono in una temperatura media, ingrassano eccessivamente. Si può allora paragonare lo stato di questi animali a quello di una pianta che possegga ad un alto grado la proprietà di assimilarsi tutte le sostanze nutritive. I principî sanguigni essendo loro offerti in eccesso si trasformano in carne, in tessuti; la fecola e le altre sostanze non azotate si convertono in adipe.

Allorchè gli animali ingrassano a spese di alimenti azotati, certe parti solamente del loro corpo aumentano di volume. Così, per esempio, il fegato di un'oca ingrassata è 4 o 5 volte più grande dello stesso viscere in una non ingrassata. Ciò non dimostra precisamente che la sostanza del fegato sia più considerevole: il fegato dell'animale non ingrassato è fitto ed elastico, mentre quello dell'altro è molle e spugnoso; la differenza non istà se non nell'allargamento più o meno considerevole delle cellule, che sono piene di materia adiposa nell'oca ingrassata.

Vi sono certe malattie in cui le sostanze feculente non subiscono trasformazioni, che le rendano proprie a mantenere la respirazione od a convertirsi in adipe. Così, per esempio, nel diabete mellitico l'amido non si trasforma che in zucchero, il quale viene evacuato dalla economia senza essere decomposto (*l*).

In certe altre malattie, come la infiammazione del fegato, il sangue si carica di olio e di materie grasse (*m*). In alcune circostanze i principî della bile potevano ancora trasformarsi in adipe; almeno la composizione della bile autorizza questa supposizione. Tutti questi fatti vengono in appoggio della nostra opinione.

CAPITOLO XIII.

Conchiusione.

64. Risulta da ciò che precede che le sostanze alimentari possono dividersi in due classi: in *alimenti azotati* ed in *alimenti non azotati*: la prima classe possiede sola la proprietà di convertirsi in sangue.

Le sostanze alimentari proprie alla sanguificazione danno origine ai principî degli organi; le altre servono, nello stato di salute, al mantenimento dell'atto respiratorio. Noi chiameremo le sostanze azotate *alimenti plastici*, e quelle non azotate *alimenti respiratori*.

Gli alimenti plastici sono:

- la fibrina vegetabile,
- l'albumina vegetabile
- la caseina vegetabile,
- la carne e 'l sangue degli animali.

Gli alimenti plastici contengono azoto, ma si distinguono da tutte le altre materie azotate per una certa quantità di zolfo che può esserne eliminato sotto forma di acido idrosolforico. L' albumina e la fibrina del sangue contengono la stessa quantità di solfo.

Gli alimenti respiratori comprendono :

l' adipe ,
l' amido ,
la gomma ,
i zuccheri ,
la pettina ,
la bassorina ,
la birra ,
il vino ,
l' acquavita , ec.

65. Un fatto generale, dimostrato dalla sperienza, si è che tutti i principi nutritivi ed azotati delle piante hanno la stessa composizione dei principi essenziali del sangue.

Niun corpo azotato la cui composizione differisce da quella della fibrina, dell' albumina e della caseina, è proprio a mantenere la vita degli animali.

Senza dubbio, la economia animale possiede la facoltà di preparare, con i principi del sangue, la sostanza delle membrane e delle cellule, dei nervi e del cervello, i principi organici de' tendini, delle cartilagini e delle ossa, ma bisogna che la sostanza medesima del sangue, fuori della sua for-

ma, sia presentata all' animale; nel caso contrario, la sanguificazione e conseguentemente la vita si arrestano.

Questa verità spiega benissimo perchè i tessuti gelatinosi, la gelatina delle ossa e delle membrane, sono improprie alla nutrizione, al mantenimento delle funzioni vitali, perchè la loro composizione differisce da quella della fibrina e dell' albumina del sangue: esse non contengono zolfo. Ciò prova adunque ancora che gli organi che preparano il sangue non posseggono la facoltà di determinare nella gelatina una metamorfisi molecolare, in modo da trasformarla in albumina od in fibrina.

I tessuti gelatinosi, la gelatina delle ossa, le cellule soffrono nella economia una alterazione continua in seguito dell' azione dell' ossigeno e della umidità; le parti che si decompongono così devono dunque essere rinnovate dal sangue, ma questa trasformazione e questa restituzione sono evidentemente circoscritte da limiti molti stretti. Mentre l' adipe sparisce nel malato od in colui che succumbe per inanizione, e che la sostanza dei muscoli riprende allora la forma del sangue, i tendini e le membrane persistono nel loro stato, e tutti i membri del cadavero conservano la coerenza che devono a questi tessuti.

Da un altro canto, si sa che la parte calcare sola è rigettata dalle ossa ingojate da cani, mentre la gelatina si assimila. Si osserva lo stesso negl' individui che prendono de' brodi contenenti comparativamente più gelatina che altre sostanze; questa gelatina non si è evacuata nè per urine nè per fecce; è dunque evidente che soggiace nell' organismo

ad una trasformazione particolare e che vi tiene un certo posto. Essa viene rigettata dalla economia sott' altra forma e non con quella con cui venne introdotta.

Poichè noi ammettiamo senza difficoltà che l' albumina del sangue si trasforma in fibrina, vale a dire che una sostanza solubile e disciolta si converte in un altro principio organizzato com' essa, ma insolubile, e ciò in ragione anche della identità di composizione dell' albumina e della fibrina, è ragionevole del tutto, per quanto a me sembra, lo ammettere che la gelatina, introdotta nell' organismo nello stato di soluzione, torni membrana cellula, o principio organico delle ossa; che serve, in una parola, a rinnovare i tessuti gelatinosi che abbiano sofferto qualche perdita: siccome la riproduzione de' tessuti si modifica in tutta la economia secondo lo stato sanitario dell' individuo, è evidente che la forza che determina la trasformazione del sangue in membrane ed in cellule, deve diminuire nello stato di malattia, anche quando la sanguificazione non è affatto disturbata; l' intensità della forza vitale, la sua facoltà di provocare delle metamorfosi, diminuisce necessariamente nel malato tanto nel suo stomaco quanto, nelle altre parti del suo corpo.

La medicina pratica c' insegna in fatti che l' ingestione dei tessuti gelatinosi resi solubili, esercita una influenza distintissima sul benessere del corpo; allorchè somministrati in uno stato acconcio all' assimilazione, servono ad economizzare la forza, e la loro azione salutare può paragonarsi a quella che un

nutrimento convenevolmente apprestato esercita sullo stomaco.

La fragilità delle ossa che si osserva negli erbivori risulta evidentemente da una certa debolezza degli organi destinati a metamorfosizzare i principi del sangue in sostanza cellulare.

Stando alla credenza di certi medici stati in esercizio in Oriente, le donne turche, per l' uso del riso e de' frequenti lavativi di brodo, si procurano tutte le condizioni necessarie alla produzione della sostanza cellulare e dell' adipe.

SBN 610933